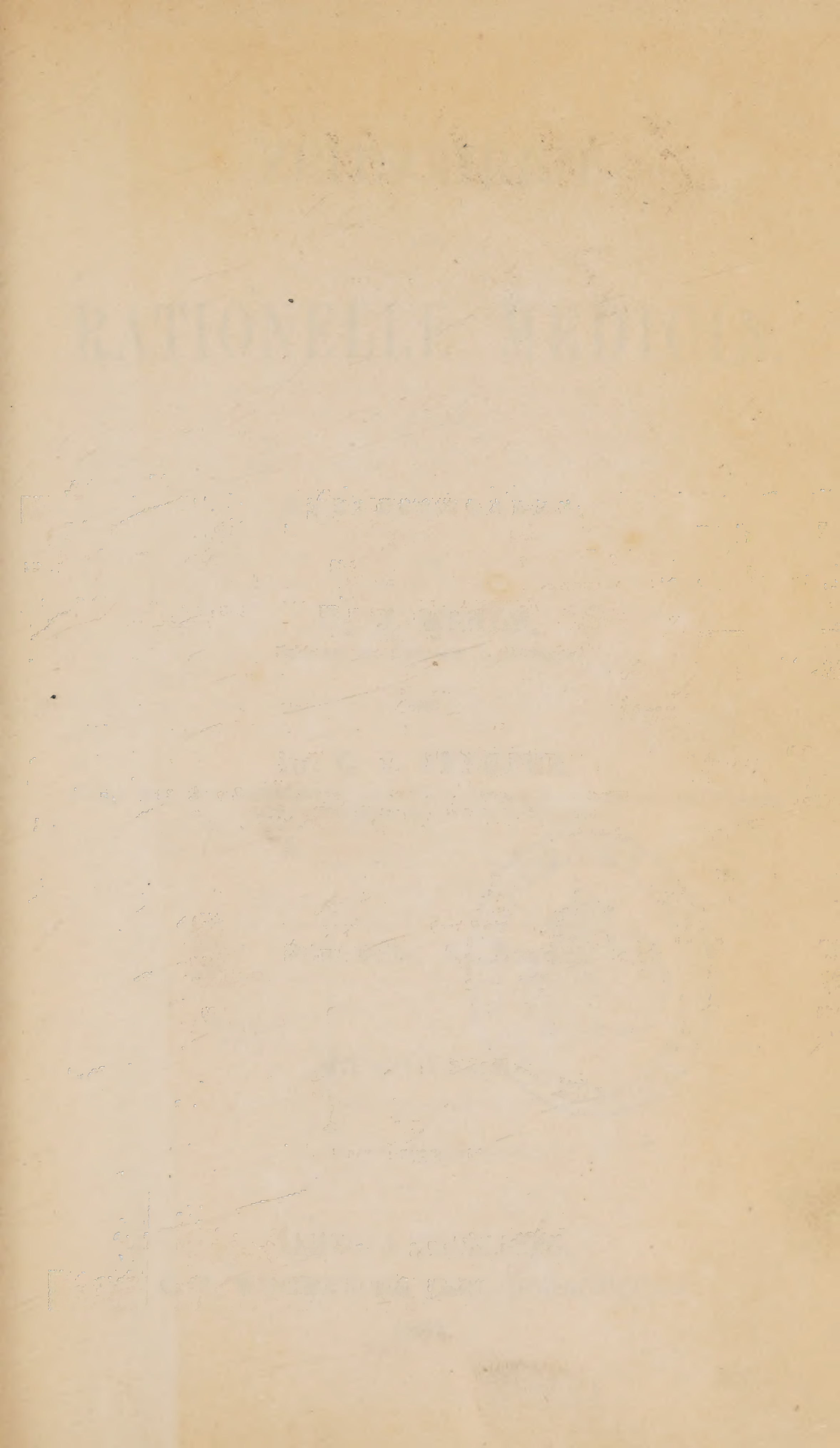
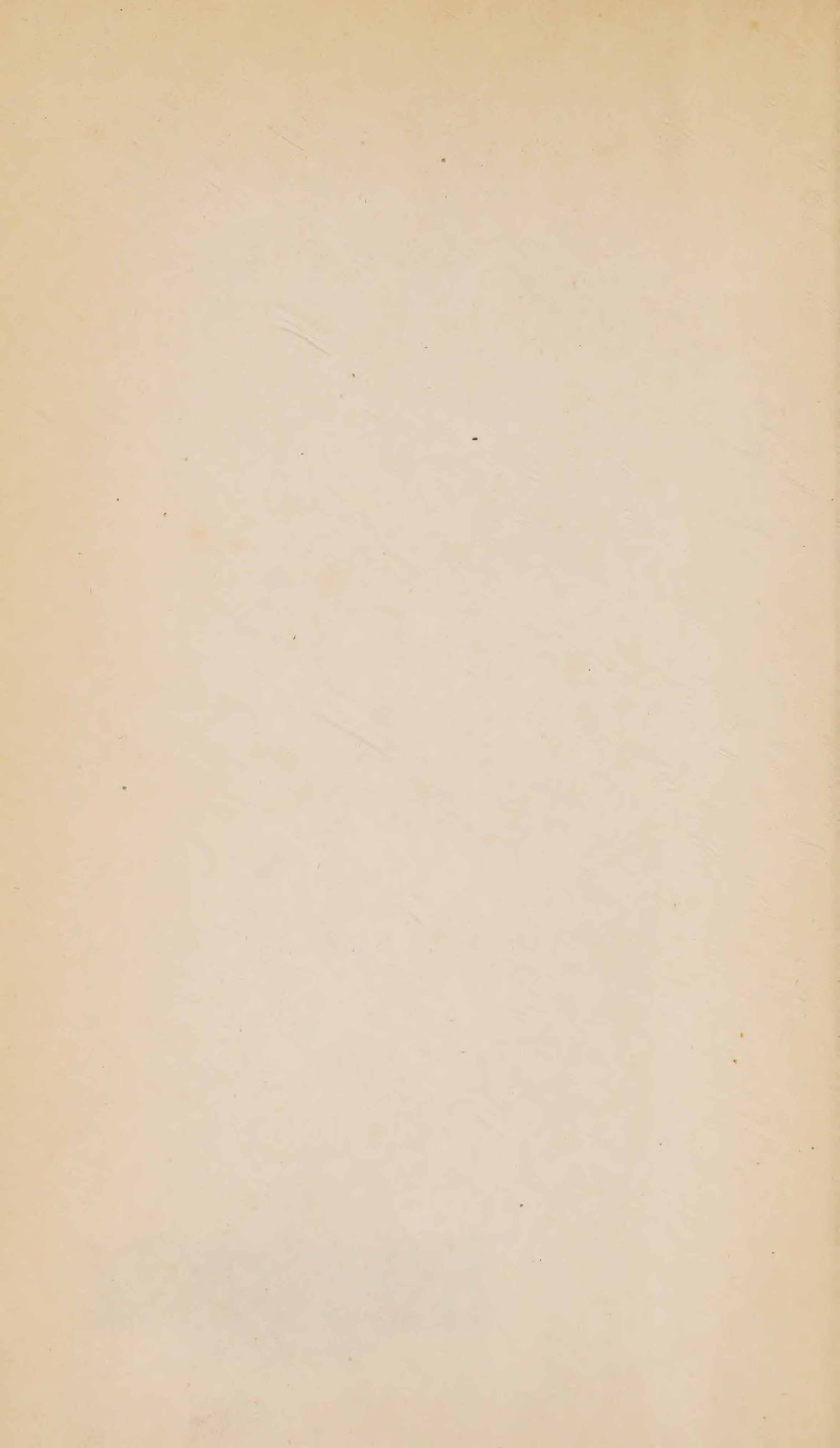








ZEITSCHRIFT

FÜR

RATIONELLE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. J. HENLE,
Professor der Anatomie in Göttingen,

UND

Dr. C. v. PFEUFER,
Königl. Bair. Ober-Medicinalrath und Professor der speciellen Pathologie und Therapie und der medicinischen Klinik in München.



Dritte Reihe. XI. Band.

Mit zwölf Tafeln.

LEIPZIG & HEIDELBERG.
C. F. WINTER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1861.

Inhalt des elften Bandes.

Erstes und zweites Heft.

Drittes Heft.

Einige Folgen der Nervendurchschneidung.

Von

G. Valentin.

Die Beobachtungen, welche dieser Abhandlung zum Grunde liegen, beziehen sich vorzugsweise auf die thermischen, die elektromotorischen und die chemischen Verhältnisse der durchschnittenen und nicht wieder erzeugten Nerven oder der von ihnen abhängigen Muskeln. Die Natur der Aufgaben bewog mich, die Versuche nur an Fröschen anzustellen.

§. 1. Operationsverfahren.

Ich durchschnitt in der Regel das linke Hüftgeflecht in seiner oberen Hälfte, nachdem ich von hinten aus neben dem Schwanzbeine durch die Haut und die Muskeln des ätherisirten Thieres vorgedrungen war. Hat man die Schlagadern eines Frosches gut eingespritzt, so sieht man, dass die zwischen und vor den Hüftgeflechten verlaufende absteigende Aorta, nicht bloss vor diesen hinübergehende Queräste an die Nieren, die gelben Körper und die Geschlechtswerkzeuge gibt*), sondern auch feine Zweige dem Hüftgeflechte selbst an einer oder an beiden Seiten mittheilt. Man vermeidet alle diese Gefässe leichter, wenn man die Trennung des Hüftgeflechtes in der oberen Hälfte vornimmt. Da ich aber anderseits nicht zu kurze centrale Abschnitte für die Prüfung der elektromotorischen Eigenschaften haben wollte, so pflegte ich die Durchschneidung dicht über dem im Leben meist sichtbaren Schlagaderzweige, der an dem herausgezogenen Hüftgeflechte verläuft, vorzunehmen. Die Verletzungsstelle fiel daher in das zweite Dritttheil der

*) C. H. A. Burow, De vasis sanguiniferis Ranarum. Regiomonti. 1834. 4. Fig. 1. q. Fig. 15. a bis f. Fig. 16. ab. Fig. 17. a bis d.

Gesammtlänge. Es gelang mir hierbei in der Regel jede irgend erhebliche Blutung zu vermeiden. Mehrere Frösche, die viel Blut durch eine zufällige Verletzung der benachbarten Gefässe verloren hatten, überlebten übrigens den Eingriff Monate lang ohne merkliche Beschwerde.

Das Hüftgeflecht besteht aus vier Stämmen, dem Leistennerven (N. inguinalis), dem Schenkelnerven (N. cruralis), dem Hüftnerven (N. ischiadicus) und dem Schaamnerven (N. pudendus), die in der genannten Reihe von aussen nach innen folgen*). Ich trennte in der Regel alle vier, liess aber auch hin und wieder den Schaamnerven versuchsweise unberührt. Man weiss, dass dieser bisweilen Primitivfasern dem Hüftnerven mittheilt.

Manche Frösche konnten durch sorgfältige Pflege über 31½ und andere wenigstens über 24 Wochen erhalten werden. Ich tödtete meist die Thiere, während sie noch munter und lebhaft waren, um so die in voller Kraft befindlichen Nerven und Muskeln untersuchen zu können. Da die früheren Beobachter die Frösche nur drei oder höchstens vier Monate nach der Nervendurchschneidung aufbewahrten, so sieht man, dass die hier erreichten Zeiträume mehr als das Doppelte der von den älteren Forschern benutzten Lebensdauer ausmachen.

§. 2. Prüfung der Thiere.

Ich gebrauchte zur elektrischen Untersuchung ein Verfahren, das ich das Elektrisiren mit Gabelelektroden nennen werde. Die eine Elektrode einer galvanischen Kette oder der Inductionsrolle eines Magnetelektrometers trägt eine starke Nadel, die andere dagegen theilt sich in zwei ungefähr gleich lange Aeste von Kupferdraht derselben Dicke, von denen jeder mit einer Nadel versehen ist. Nun steche ich die Nadel der ersteren durch die Schwanzbeingegend des auf einer Korkplatte ruhenden oder innerhalb eines Rahmens in der Luft ausgespannten Thieres und die eine Nadel der Gabelelektrode dicht über dem rechten und die zweite über dem linken Kniegelenke ein. Die Ströme durchsetzen dann beide Oberschenkel in gleichen Richtungen. Sie gleichen einander an

*) Ich werde immer diese von van Deen (De differentia et nexu inter Nervos vitae animalis et vitae organicae. Lugduni Batav. 1834. 8. p. 182.) eingeführte Ausdrucksweise gebrauchen. H. Schiess (Versuch einer speciellen Neurologie der Rana esculenta. St. Gallen und Bern. 1857. 4. S. 24. u. 35.) nennt den N. inguinalis den N. ilio-hypogastricus oder den ersten, die beiden folgenden Stämme den zweiten und den dritten Lumbalnerven und den N. pudendus den N. coccygeus.

Stärke, wenn die thierischen Theile keine verschiedenen Widerstände darbieten. Diesen gegenüber schwinden natürlich die etwa vorhandenen Widerstandsunterschiede der Kupfergabeln. Die Elektricität, die den Oberschenkel durchfliesst, regt die Muskeln desselben und das in ihm enthaltene Stück des Hüftnerven an. Gebraucht man auch nur schwache Ströme, so erhält man dessenungeachtet zugleich Zuckungen in den Muskeln des Unterschenkels. Hat dagegen der durchschnittene Hüftnerv seine Empfänglichkeit für elektrische Erregungen eingebüsst, so ziehen sich nur die Muskeln des Ober-, nicht aber die des Unterschenkels zusammen. Die gesunde Extremität dagegen liefert Verkürzungen in beiden Abtheilungen. Man prüft auf diese Weise am lebenden Thiere und ohne erhebliche Verletzung desselben, ob noch die Bewegungsfasern des getrennten Nerven erregbar sind oder nicht.

Das Elektrisiren mit Gabelelektroden kann auch in anderen Fällen nützlich sein. Wir werden später sehen, dass es ein einfaches Verfahren an die Hand giebt, das Zuckungsgesetz des lebenden Nerven zu verfolgen und die Beziehungen der Verkürzungserscheinungen der Muskeln zur Wärmeentwickelung derselben kennen zu lernen.

Ein von Sauerwald verfertigter Thermomultiplicator diente zu den Wärmemessungen. Der ein Millimeter dicke Kupferdraht machte zwei Windungen von je 50 Gängen, die neben oder hinter einander benutzt werden konnten. Da es für die Handhabung bequemer ist, dünnere Kupferdrähte in dem thermoelektrischen Kreise zu haben, mithin dann ein verhältnissmässig bedeutender Leitungswiderstand auftritt, so gebrauchte ich die 100 Windungen hinter einander. Zwei Eisen-Argentannadeln dienten als thermoelektrische Elemente. Eine in den Kreis eingeschaltete Wippe machte den Schluss zu einer beliebigen Versuchszeit und die Controle der Beobachtung durch Ablesung bei entgegengesetzt gerichtetem Strome möglich.

Ich habe es durch vorsichtiges Astasiren dahin gebracht, dass eine volle oder Doppelschwingung der Nadel d. h. ein Hin- und Hergang rechts und eben ein solcher links vom Nullpunkte 92 Secunden dauerte. Eine so empfindliche Nadel eignet sich aber nicht gut zu allen hier zu beobachtenden Versuchen. Ein Wärmeunterschied der Löthstellen von nicht ganz 1^0 C. trieb sie schon an die Hemmung, wenn ich den zu diesen Untersuchungen eingerichteten Kreis gebrauchte. Obgleich ich denselben Tag nur wenige Versuche und keinen mit starken thermoelektrischen Strömen gemacht hatte, so war doch die Astasie am folgenden Tage schon so weit herabgekommen,

dass eine Doppelschwingung nur 80 Secunden brauchte. Foderte dagegen diese 65 Secunden, so hielt der Zustand Wochen lang an. Ich habe auch alle später angeführten Versuche angestellt, als die Nadel 55 bis 65 Secunden für eine volle Schwingung nöthig hatte. Sie blieb dann, auf den Nullpunkt eingestellt, hier stehen, verrückte sich um $^1/_2{}^0$, wenn man sie auf 10^0 oder auf 40^0 durch die Drehung des Rahmens halten wollte, ging um $1^1/_2{}^0$ weiter, als man bis 30^0 oder 50^0 gedreht hatte und gab bei 20^0 gar keine selbstständige Ablenkung. Dieser fast eisenfreie Zustand des wahrscheinlich galvanoplastisch dargestellten Kupferdrahtes machte den Gebrauch eines Berichtigungsstabes überflüssig.

Die Beobachtungen, zu denen der Thermomultiplicator diente, sollten überhaupt nur kennen lehren, welcher der beiden verglichenen Theile der wärmere sei. Ich bediente mich dessenungeachtet noch eines annähernden Verfahrens, um die Ablenkungen mit Werthen in Celsiusgraden ungefähr zu vergleichen. War die volle Schwingungsdauer der Nadel um 5 bis 8 Secunden gesunken, so graduirte ich von Neuem. Ging sie noch tiefer hinab, so kräftigte ich den Magnetismus der oberen schwächeren Nadel, bis wieder die Bewegungen langsamer wurden.

Ich befolgte bei der Graduation den dem gewöhnlich gebrauchten entgegengesetzten Weg, weil mir dieser vor Irrthümern eher zu schützen scheint. Die unreinliche Arbeit mit Oel giebt hier keine bessern Ergebnisse als die mit Wasser. Ich stelle ein mit diesem gefülltes Glas in einen Holzcylinder und ein eben so grosses in einen umfangreicheren gläsernen Wasserbehälter, der mit einer Hülse von Holz oder Pappdeckel umgeben ist. Die Wärmestrahlung würde ohne diese Vorsichtsmassregel Fehler herbeiführen. Nun tauche ich je eine Löthstelle und ein dicht neben dieser mit seinem unteren Theile schwebendes bis auf $^1/_{10}{}^0$ C. sicher ablesbares Thermometer in je eines der Wassergefässe und warte bis die Nadel des Multiplicators nach der Schliessung der Wippe auf Null bleibt. Man vergleicht hierdurch die Ausgangspunkte der zwei Thermometer. Ich öffne hierauf den Kreis, giesse etwas wärmeres Wasser in den äusseren Wasserbehälter, rühre in diesem und dem innern Gefässe mit einem Glasstabe um und lasse das Ganze eine Stunde oder länger stehen. Man schliesst dann den Kreis und bemerkt den ersten Ausschlag und die bleibende Ablenkung der Nadel, so wie der Controle wegen die Thermometerstände am Anfange und am Ende. Dieses wird nach je einer Stunde wiederholt. Bleibt indessen die Wärme der Zimmerluft zwischen 15^0 und 20^0 ziemlich unverändert, und glich der anfängliche

Temperaturunterschied der Wassermassen 1° C. oder wenig mehr, so dauert es meist 5 Stunden oder länger, ehe die Nadel, wenn sie bei dem ersten Schlusse auf 70° stehen blieb, auf 20° bei dem letzten ruht. Dieses erklärt sich aus der kleinen Erkaltungsgeschwindigkeit für geringe Wärmeunterschiede. Man nimmt dann an, dass die Stromstärke den einzelnen Graden innerhalb 0° und 20° und den Tangenten der letzteren zwischen 20° und 35° proportional sei. Die weiteren Ausschläge müssen in möglichst kleinen Intervallen aufgesucht werden, um die Interpolationsfehler zu verringern. Man wird endlich noch in genauen Versuchen die Correction wegen der oben erwähnten kleinen Ablenkungen bei Schiefstellung der Nadel einführen. Diese setzen auch eine Graduation nach den beiden Seiten voraus, weil die zwei Hälften des Multiplicators nie vollkommen gleich sind. Ich beobachtete endlich noch die Vorsichtsmassregel, die Fensterladen von frühem Morgen an und während der ganzen Versuchsdauer geschlossen zu lassen, um nicht durch die Wirkungen directer oder reflectirter Sonnenstrahlen gestört zu werden*).

Wollte ich z. B. entscheiden, ob die Innentheile des gesunden oder die des gelähmten Oberschenkels wärmer waren, so spannte ich den Frosch in einem auf vier Füssen stehenden Rahmen mit Bindfäden aus, so dass er nur von diesen und der Luft berührt wurde. Nun stach ich je eine Nadel durch die Mitte je eines Oberschenkels. Die Spitze ragte unten hervor und die Löthstelle befand sich zwischen den Muskeln. Ich gebrauchte hier immer Neusilber-Eisennadeln, die mit Korken zum Anfassen theilweise umgeben waren. Man kommt jedoch mit ihnen nicht wesentlich weiter, als mit Kupfer-Eisennadeln derselben Länge und Dicke, weil das Argentan 11,3 Mal schlechter, als das Kupfer leitet. Nun schliesse ich das Zimmer, komme nach dreiviertel bis einer Stunde wieder, und stelle die Verbindung mit dem Multiplicator her. Eine Wiederholung des Versuches wird erst nach einer Viertel- oder halben Stunde vorgenommen.

Das Galvanometer, das zur Untersuchung der elektromotorischen Eigenschaften diente, war ebenfalls von Sauerwald angefertigt worden. Es hatte zwei Mal 15000 Windungen. Eine beigegebene Hülfsvorrichtung machte die mannigfachsten Combinationen möglich. Man konnte die Kette durch blosse Wendung der Messinghebel in sich schliessen, ohne dass der

*) De la Provostaye in d. Ann. de Chimie. Troisième Série. Tome XLIV. 1858. p. 186.

Strom durch den Multiplicator ging, jenen durch 15000 oder durch 30000 Windungen unmittelbar oder nur als Zweigstrom bei dem Gebrauche einer Nebenschliessung von Neusilberdraht hindurchleiten und die Richtung in allen diesen Fällen umkehren. Um einen Begriff von den Leitungswiderständen zu erhalten und die von ihnen abhängigen Stromstärken, die durch das Galvanometer gehen, schätzen zu können, bestimmte H. Wild mit mir die ersteren durch die Wheatstone' Methode*) mittelst der Durchführung gleicher und entgegengesetzter Zweigströme durch einen gewöhnlichen Multiplicator. Wir nahmen zum Vergleiche einen Normal-Rheostaten der eidgenössischen Telegraphenwerkstätte, der einen Widerstand von mehr als 200 Wegstunden schweizerischen Telegraphendrahtes zu Gebote stellte. Der Widerstand der einen Galvanometerhälfte von 15000 Windungen entsprach dem von 48, der des anderen dem von 49 und der des Neusilberdrahtes der Nebenschliessung dem von 7,6 Wegstunden eidgenössischen Telegraphendrahtes.

Ich konnte die kleinere und aus härterem Stahl bestehende Nadel dieses Multiplicators so sehr astasiren, dass sie 78 Secunden für eine volle Schwingung nöthig hatte. Wir werden aber sogleich die Ursache kennen lernen, weshalb ich die meisten Versuche bei einem minder empfindlichen Zustande des Nadelpaares anstellte.

Die sechs ersten Beobachtungen wurden mit dem älteren Zuleitungsapparate, den Platinblechen und den eine gesättigte Kochsalzlösung enthaltenden Gläsern gemacht. Zu allen späteren Erfahrungen dagegen diente eine nicht polarisirbare Anordnung. Zwei Standgläser, von denen jedes 25 Cubikcentimeter fasste, nahmen die gesättigte Lösung des schwefelsauren Zinkoxydes auf. Ein jedes enthielt eine befestigte Korkplatte mit zwei Löchern zum Durchtritte der Luft oder der Flüssigkeit bei dem Eingiessen und einen Spalt zur Aufnahme des wohl amalgamirten Zinkbleches. Der mit der Zinkvitriollösung durchtränkte Filtrirpapierbausch ruhte auf dem Rande des Glases und auf der Korkplatte. Er trug die in Wasser oder Eiweisslösung aufgeweichte fettfreie Haut des Herzbeutels eines Säugethieres, so dass eine Doppellage derselben frei hervorragte. Der Nerv kam auf diesen letzteren Theil. Trotz des beträchtlichen Leitungswiderstandes bewährte sich diese Anordnung vollständig und arbeitete für die Dauer gleichartiger, als amal-

*) Wheatstone in Philosophical Transactions. For the Year MDCCCXLIII. P. II. p. 323.

gamirte Zinkgefässe, die ich früher zu anderen Versuchen benutzt hatte. Jedes der mit den genannten Theilen versehenen Standgläschen wurde mit 17 bis 18 Cubikcentimeter Zinklösung angefüllt.

Forderte die Nadel 40 bis 50 Secunden für eine Doppelschwingung, so führte sie der Strom des Hüftnerven eines irgend kräftigen Frosches an die Hemmung. Der Elektrotonus und bisweilen auch die negative Schwankung konnte schon leicht bei dem Gebrauche des halben Galvanometers von 15000 Windungen nachgewiesen werden. Alle Erscheinungen, die der Muskelstrom darbietet, liessen sich mit grossen Ausschlägen bei der Anwendung des halben Galvanometers und der Nebenschliessung darlegen. Mit einem Worte, die gewöhnlichen Verhältnisse würden gar nicht den Wunsch nach einer grösseren Empfindlichkeit der Nadel haben aufkommen lassen. Da ich aber kranke Nerven hatte, die nur wenige Grade für den ruhenden Nervenstrom gaben, so versuchte ich astatischere Nadeln, vorzüglich um die völlige Abwesenheit des Elektrotonus und der negativen Schwankung mit Sicherheit zu erkennen. Hierbei zeigte sich jedoch ein anderer Nachtheil.

Hat man die Vorrichtung mit den vollständig amalgamirten Zinkplatten und der Lösung des Zinkvitriols gut aufgebaut, so findet man bei dem Schlusse der Kette durch den Kreis des Galvanometers, dass jede Ungleichheit von vorn herein mangelt oder wenigstens bald schwindet, wenn man die Kette einige Zeit in sich geschlossen lässt, vorausgesetzt, dass die Nadel nicht zu empfindlich ist. Für alle gewöhnlichen Fälle reicht der Apparat aus, wenn sich sogar etwas Eisenoxyd durch den Gebrauch unreinen Zinkvitriols niedergeschlagen hat oder die auf den Bäuschen befindlichen thierischen Häute nicht ganz gleichartig sind. Die Muskeln und die Nerven gesunder Thiere besitzen so bedeutende elektromotorische Kräfte, dass kleine Ungleichheiten verdeckt werden. Man erhält immer starke richtige Ausschläge, man mag z. B. den Nerven so oft man will, umlegen.

Anders verhält es sich dagegen, wenn man mit entarteten Nerven zu thun hat, die nur wenige Grade Ablenkung liefern. Das mehrfache Umlegen ist hier eine unbedingt gebotene Vorsichtsmassregel. Es kommt vor, dass die Nadel ruhig bleibt, wenn man den Galvanometerkreis durch die thierischen Häute, eine Zwischenmembran oder einen durchtränkten Bindfaden schliesst. Man glaubt daher, den Versuch mit Sicherheit anfangen zu können. Benutzt man nun den natürlichen Längs- und den künstlichen Querschnitt des Nerven zum Schlusse

des Kreises, und legt ihn wiederholt um (so dass das zweite Mal der Querschnitt dahin kommt, wo früher die Längsfläche war), so erhält man fortwährend Abweichungen in demselben Sinne. Die vorhandene kleine Ungleichheit ist also stark genug, den in entgegengesetzter Richtung thätigen Nervenstrom zu überwinden. Dieser unangenehme Zwischenfall tritt gerade bei der hohen Empfindlichkeit sehr astatischer Nadeln häufig hervor und wird selbst bei dem Gebrauche von Herzbeutelstücken, die in frischer Eiweisslösung aufgeweicht worden, nicht immer vermisst. Dichte Eiweisslösungen können sogar den Nachtheil herbeiführen, dass ein sich bildender Zink-Eiweissniederschlag die Ungleichheit im Laufe der Versuchszeit erhöht. Solche sonst nicht zu beseitigende Störungen werden aber hin und wieder aufgehoben, wenn man die scheinbar gut verquickten Zinkplatten von Neuem stark amalgamirt. Ich habe mich bisweilen im Anfange Stunden lang vergeblich bemüht, jenen Uebelstand zu beseitigen und dabei Frösche, denen ich das Hüftgeflecht durchschnitten hatte, nutzlos verloren.

Die eudiometrischen Untersuchungen wurden nach den von mir bei früheren ähnlichen Gelegenheiten befolgten und erläuterten Verfahrungsweisen durchgeführt. Da ich meist die galvanometrische Prüfung an denselben Exemplaren vornahm, so war ich in der Regel genöthigt, die enthäuteten Muskeln zu benutzen.

Es versteht sich von selbst, dass ich die Theile, die ich ferner gebrauchen wollte, so sehr als möglich vor Vertrocknung oder anderen schädlichen Wirkungen schützte. Die Nerven wurden immer in den Zwischenzeiten in der Bauchhöhle oder in dem Innern des Schenkels, von dem sie stammten, eingebettet und die Muskeln in Haut eingehüllt. Der Leichnam des ganzen Frosches kam in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum, nämlich auf eine Korkplatte, die sich in einem verschliessbaren und am Boden mit Wasser versehenen Gefässe befand.

§. 3. Benennungen und Abkürzungen.

Die Thiere wurden dadurch getödtet, dass man das verlängerte Mark quer durchschnitt und unmittelbar darauf das Hirn zermalmte.

Ich pflegte dann die eine Elektrode der Inductionsrolle des Schlittenapparates in die Rückenmarkswunde und die zweite an die Rückenhaut ungefähr einen halben Centimeter weiter nach hinten zu bringen. Hatten sich die vollständig getrennten Nerven nicht wiedererzeugt, so bedingte die Tetanisation des Rückenmarkes nur Starrkrämpfe in dem gesunden Beine.

Die Prüfung mit hydroelektrischen Strömen folgte auf diese erste Untersuchung. Zu diesen Beobachtungen, so wie zur Verfolgung des Elektrotonus und der Ladung des Magnetelektromotors diente eine Zinkkohlenbatterie mit ebenen Platten, die ungefähr $6^1/_2$ Centimeter lang, $2^1/_2$ Centimeter breit und $^4/_5$ Centimeter dick waren. Sie tauchten gewöhnlich 1 bis 3 Centimeter tief in concentrirter Kochsalzlösung. Die Letztere ist gemeint, wenn von dieser Untersuchungsweise überhaupt gesprochen wird. Wollte ich stärkere Ströme erhalten, so vertauschte ich die Kochsalzlösung mit verdünnter Schwefelsäure und dieser Fall ist immer mit S̈ unter Vorsetzung der Zahl der verwendeten Elemente angegeben.

Die eine Elektrode der Kette steckte mit ihrer Nadel in der Gegend des Schwanzbeines. Die beiden Nadeln der Gabelelektrode hafteten dicht über den zwei Kniegelenken. Hatte der Oberschenkeltheil der durchschnittenen Nervenmasse seine Empfänglichkeit eingebüsst, so erhielt man Zuckungen im gesunden Ober- und Unterschenkel, dagegen nur im kranken Oberschenkel, so wie man hinreichend schwache Ströme gebrauchte.

Ich habe die Ergebnisse dieser Untersuchungsweise durch dieselbe Zeichensprache, deren ich mich schon bei früheren Gelegenheiten bediente, angegeben. Die peripherisch gerichtete Bahn des positiven Stromes bezeichne ich durch p und die central gehende mit c. Kommt eine Verkürzung zu Stande, so giebt man die ungefähre Stärke desselben durch A bis E an, indem hier A die kräftigste und E die schwächste Zusammenziehung bezeichnet. Null drückt den Mangel aller sichtlichen Verkürzung aus. Das erste Zeichen bezieht sich auf den Schluss und das zweite auf die Oeffnung der Kette. p = A. o. sagt daher, dass der peripherisch gerichtete Strom eine starke Schliessungs- und keine Oeffnungszuckung zur Folge hatte und p = c = D. o., dass sich dasselbe für jede der beiden Stromesrichtungen, jedoch mit geringerer Energie wiederholt hat.

Nun wurde der kranke oder der gesunde Hüftnerv längs des Oberschenkels, ohne ihn weiter zu berühren, frei gelegt und in die Beckenhöhle verfolgt, das Hüftgeflecht an der gesunden Seite durchschnitten und der peripherische Abschnitt der Nervenmasse mit möglichster Vermeidung von Druck und Zerrung bis zum Knie oder bis zur Hälfte des Oberschenkels von den Nachbartheilen gesondert. Die hierbei nöthige Trennung der Seitenäste, die zu den Oberschenkelmuskeln gehen, konnte von Neuem belehren, ob der durchschnittene Hüftnerv

noch empfänglich war oder nicht. Der negative Fall ist mit dem Ausdrucke: keine Zuckung in den Oberschenkelmuskeln bezeichnet worden. Ich tetanisirte bisweilen den gelähmten, auf einer Glasplatte ruhenden Hüftnerven, um die Reizlosigkeit desselben unzweifelhafter nachzuweisen. Dieses ist mit den Worten: Fruchtlose Tetanisation der Hüftnerven angezeigt.

Die letztere Prüfung, die Tetanisirung des Rückenmarkes und die Untersuchung mit den hydroelektrischen Strömen unterblieb häufig, um dem Einwande zu begegnen, dass diese vorangehende Misshandlung des gelähmten Hüftnerven die elektromotorischen Eigenschaften desselben geändert habe. Viele der in den folgenden Paragraphen verzeichneten Erfahrungen werden übrigens zeigen, dass die Gefahr, solche Störungen hervorzurufen, keineswegs vorhanden war.

Ich nahm möglichst schwache Ketten zur Prüfung des Elektrotonus und ebenso nicht starke Inductionsschläge für die Untersuchung der negativen Stromesschwankung. Meist diente nur eines der oben erwähnten Zink-Kohlenelemente mit Kochsalzlösung oder verdünnter Schwefelsäure. Um wegen des Elektrotonus sicher zu sein, durchschnitt ich später den Nerven zwischen den Platinblechen und den Bäuschen, legte die Schnittenden an einander und untersuchte von Neuem. Ich sage dann kurz: die Durchschneidung des Nerven hob den Elektrotonus auf. Es versteht sich von selbst, dass man sich gegen alle durch mangelhafte Isolation bedingten Täuschungen bei der Beobachtung der negativen Stromesschwankung sicherte.

Der positive Strom geht unter regelrechten Verhältnissen von der natürlichen Längsfläche des Nerven durch das Galvanometer nach dem künstlichen Querschnitte, in dem Nerven selbst also von diesem zu jenem. Wir werden diesen richtigen Nervenstrom mit R. N. bezeichnen. Findet nun der Elektrotonus in dem Sinne dieses Stromes statt, so hat man die positive Phase oder R. Et. p. Ph., wenn der eingeführte elektrische Strom in der erregten Strecke in derselben Richtung verläuft, wie der Nervenstrom in der abgeleiteten. Die negative Phase oder Et. n. Ph. tritt auf, wenn diese beiden Ströme entgegengesetzen Richtungen folgen.

Wir werden entartete Nerven finden, in denen der Strom des ruhenden Nerven umgekehrt, wie im Normalzustande dahingeht. Dieser Fall ist mit U. N. angezeigt. Entsprechen dann die beiden Phasen des Elektrotonus der Richtung dieses umgekehrten Stromes, so sind sie verhältnissmässig richtig und absolut umgekehrt, nicht aber dem Strome

des ruhenden Nerven beziehungsweise entgegengesetzt. Findet das Letztere statt, so hat man das Zeichen U. Et. bei einem Nerven mit R. N. Das Nähere wird mit U. Et. p. Ph. und U. Et. n. Ph. bezeichnet.

Die negative Stromesschwankung ist mit n. S. und die positive mit p. S. angegeben.

Ich habe häufig verschiedene Punkte der Längsfläche zur Prüfung des Nervenstromes gebraucht, immer aber die gleichsinnige Richtung des Auschlages, wie bei der Benutzung der natürlichen Längsfläche und des künstlichen Querschnittes erhalten. Da die letztere Untersuchungsweise grössere Nadelbewegungen giebt, so wurde sie vor Allem angewandt und ist stets gemeint, wenn nicht etwas Anderes angegeben worden. Mit unterem Querschnitt: heisst, dass der nach der Peripherie, und mit oberem, dass der nach dem Centralnervensysteme gelegene Querschnitt benutzt wurde.

War es möglich, so prüfte ich den Muskelstrom des losgetrennten Wadenmuskels sowohl frisch, als nach dem Aufenthalte in dem Eudiometer. Ist Nichts hinzugefügt, so wurden die reinere Längsfläche der Vorderseite und die Achillessehne aufgelegt. Die Abstumpfung der parelektronomischen Schicht, die immer durch Eintauchen in gesättigte Kochsalzlösung herbeigeführt worden, und die Anlegung eines künstlichen Querschnittes sind besonders erwähnt. RMS und UMS bezeichnen den richtigen und den umgekehrten Muskelstrom und n. S. M. die negative Schwankung des letzteren in Folge der Tetanisation des Hüftnerven.

Da ich auch die Muskeln in möglichst unversehrtem Zustande der späteren chemischen Prüfung wegen zu erhalten suchte und sie vorzugsweise vor dem Vertrocknen schützen musste, so schlug ich häufig einen anderen Weg ein. Ich durchschnitt die Haut in der Gegend der oberen Hälfte des Wadenmuskels und in der der Achillessehne und legte das Unterschenkel-Fusspräparat auf eine trockene Glas- oder Guttaperchaplatte und den Hüftnerven auf die Platinbleche der stromzuführenden Vorrichtung. Nun führte ich zwei aus Membranen bestehende Hilfsbäusche zu den entblössten Stellen des Unterschenkels. Ich erhielt zwar kleinere Anschläge bei dieser unvollkommeneren Ableitung. Da ich aber das halbe Galvanometer ohne Nebenschliessung benutzen konnte, so war kein Nachtheil für das Studium der negativen Schwankung des Muskelstromes zu befürchten. Ging der positive Strom von der Längsfläche des Wadenmuskels aus durch das Galvano-

meter, so dass er im Präparate selbst aufstieg, so bezeichne ich es mit A. P. S. und den umgekehrten Fall mit U. P. S.

Das im Kniegelenke exarticulirte Unterschenkel-Fusspräparat wurde sogleich in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum gebracht, so wie man es am Galvanometer geprüft hatte. War es enthäutet worden, so zog man die früher zurückgeschlagene Haut baldmöglichst wiederum wie einen Handschuh hinüber. Ich bemühte mich mit einem Worte, die eudiometrisch zu prüfenden Präparate so sehr als möglich unversehrt zu erhalten.

Obgleich das Galvanometer kein Quantitätsmesser für den dasselbe durchsetzenden Zweigstrom des Nerven oder Muskels in allen solchen Beobachtungen abgeben kann und die Ausschläge von der Verfertigung des Querschnittes, der Art des Auflegens des Nerven und der rascheren oder langsameren Aenderung der Molecularbeschaffenheit desselben abhängen, so habe ich doch die Grade des ersten Ausschlages und die der Ruhe d. h. des scheinbar unveränderten Standes der Nadel unmittelbar vor der ferneren Prüfung häufig angegeben, um den Unterschied des gelähmten und des gesunden Nerven anschaulich zu machen. Zahlen ohne weitere Bemerkung beziehen sich auf die spätere Gleichgewichtslage der Nadel. Wo kein Nebenzeichen hinzugefügt worden, gingen die Ströme durch die 30000 Windungen des Galvanometers. H. G. bedeutet dass nur das halbe Galvanometer oder 15000 Windungen und H. G. und N., dass noch ausserdem die Nebenschliessung benutzt wurde.

Alle Gasvolumina sind auf Normalvolumina trockener Luft von 760 Mm. Druck und 0° C. zurückgeführt. Die Masseinheit, in der ich die Resultate ausdrücke, ist die von mir gebrauchte Jeaujageeinheit, nämlich 0,619 C.C. Man darf daher nicht übersehen, dass alle später verzeichneten Zahlen mit diesem Bruche multiplicirt werden müssen, wenn man das in Cubikcentimetern ausgedrückte Volumen mit dem in Grammen gegebenen Gewichte vergleichen will. Das Endvolumen des Gases nach dem Aufenthalte des Präparates in demselben wurde immer zwei Mal gemessen, das eine Mal während die Muskeln noch im Eudiometer waren und dann, nachdem ich sie entfernt hatte. Die beiden Normalvolumina wichen in der Regel erst in der zweiten und in Einzelfällen sogar zufällig nur in der dritten Decimale jener Jeaujageeinheit ab. Die später angegebenen Zahlen entsprechen immer den Mittelwerthen dieser doppelten Berechnung.

§. 4. Einzelne Beobachtungen.

Ich habe im Ganzen genommen 35 Frösche 4 bis 31 2/3 Wochen nach der Durchschneidung des Hüftgeflechtes untersucht. Der Kürze wegen werde ich hier nur 24 Fälle dieser Art und einen aus früherer Zeit anführen. Manche an diesen und anderen Fröschen beobachtete Erscheinungen, sind in dem gegenwärtigen Paragraphen nicht erwähnt worden, weil sie einen passenderen Platz bei der Darstellung der allgemeinen Ergebnisse gefunden haben.

Die Operationszeiten jener 24 Frösche waren:

A. der 8. November.
B. - 10. Januar.
C. - 12. Januar.
D. - 18. April
E. - 18. Mai.

Ich werde jedes Mal den entsprechenden Buchstaben vorsetzen, die Zahl der Tage nach der Operation bestimmen und den Anfangs- und den Endmonat in Parenthese hinzufügen.

Alle Erfahrungen beziehen sich auf den grünen Grasfrosch. (Rana esculenta.)

I. Nicht sehr grosser Frosch.

C. Nach 58 Tagen zu Grunde gegangen. (Januar — März.)

Die Tetanisation der beiden Schenkel gab:

	Gesund.	Krank.
Schwache Ströme . .	Langsame Verkürzung.	Ruhe.
Stärkere Ströme . . .	Verkürzung etwas lebhafter.	Ruhe.
Noch stärkere Ströme	Zusammenziehung im Ober- und Unterschenkel.	Zusammenziehung nur im Oberschenkel.

Der Gebrauch von 2 S̈ lehrte:

	Gesund.	Krank.
p =	B. o.	o. o.
c =	B. o.	D. o.
p =	B. o.	D. o.

Der blossgelegte durchschnittene Hüftnerv war elektrisch unempfänglich. Der gelähmte Wadenmuskel zog sich unter dem Einflusse des Magnetelektromotors langsam, gleichsam zähe zusammen.

Die Primitivfasern des peripherischen Abschnittes des getrennten Hüftnerven enthielten vollständiges Mark.

Die als Axencylinder gedeutete dunkele Linie liess sich durch Collodium sichtbar machen.

II. Ziemlich grosser Frosch.

A. Nach 124 Tagen getödtet. (November — März.)

Man hatte bei der Prüfung mit 2 S̈:

	Gesund.		Krank.
c =	A. o.	. . . . .	D. o.
p =	A. o.	. . . . .	D. o.

Die Tetanisation des Rückenmarks führte nur zu Krämpfen in dem gesunden Beine. Der gesonderte kranke Hüftnerv hatte keine Spur von Empfänglichkeit für die Schläge des Magnetelektromotors. Gingen diese durch die gelähmten Muskeln so erhielt man lebhafte Verkürzungen.

Entarteter Hüftnerv. R. N. — U. Et. Gesunder Hüftnerv. R. N. und R. Et. Beide Wadenmuskeln R. M. S. Die Ausschläge wuchsen in beiden nach Abtödtung der parelektronomischen Schicht. Die Compensation schien zu Gunsten des Muskels der gelähmten Seite auszufallen. Die Reizbarkeit verlor sich in dieser schon nach wenigen Stunden, während sie sich über 2 Tage lang in dem gesunden Beine erhielt.

Die Primitivfasern des Ischiadicus und des Peroneus der gelähmten Extremität hatten noch ihren fortlaufenden Markinhalt, der höchstens seitliche Einkerbungen an einzelnen Stellen darbot.

Der Aufenthalt der beiden Wadenmuskeln in Kohlensäure gab:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	0,56 Grm.	0,55 Grm.
Ursprüngliche Kohlensäure	15,433 -	15,577 -
Nach $3^1/_4$ Stunden	— 1,005 -	— 1,088 -
Nach $5^1/_4$ Stunden	— 0,318 -	— 0,159 -
Nach $22^3/_4$ Stunden	— 0,006 -	— 0,094 -
Nach 47 Stunden	+ 0,041 -	+ 0,146 -
Aufnahmscoefficient	1,68 -	1,73 -

III. Grosses Froschmännchen.

A. Nach 148 Tagen getödtet. (November — April.)

Die Tetanisation des Rückenmarkes zwang nur die Muskeln des gesunden Beines zur Verkürzung.

Die vorher noch am lebenden Thiere vorgenommene Prüfung gab:

		Gesund.	Krank.
	p =	D. o.	o. o.
	c =	D. o.	o. o.
	p =	D. o.	o. o.
Mit 4 $\dddot{S}$:	p =	A. o.	D. o.
	c =	A. o.	D. o.
	p =	A. o.	D. o.
	c =	A. o.	D. o.

Die Zuckungen beschränkten sich auf die Muskeln des Oberschenkels im kranken Gliede, erstreckten sich aber auch auf den Unterschenkel im gesunden.

Getödtet 10 Uhr 25 Minuten.

10 Uhr 35 Min. Der gesonderte kranke Hüftnerv für elektrische Erregungen unempfänglich.

10 Uhr 44 Min. Der kranke Hüftnerv mit unterem Querschnitt. U. N. — U. Et. p. Ph und n. Ph. Der gesunde isolirte Hüftnerv zeigte drei Mal hinter einander mit 4 $\dddot{S}$ p = c = $\dot{D}$. o. und lieferte R. N. — R. Et. p. Ph. und n. Ph., sowie n. S.

11 Uhr 34 Min. Der kranke Hüftnerv mit neuem unteren Querschnitt. U. N. — Et. Null.

Die Primitivfasern desselben hatten fortlaufenden Markinhalt. Viele aber waren mit seitlichen Einschnitten versehen.

Das Zuckungsgesetz des lebenden Muskels bewährte sich noch 24 Stunden später an beiden Oberschenkeln. Die Zusammenziehungen des kranken erschienen schwächer und langsamer. Beide Wadenmuskeln, obgleich noch reizbar, hatten umgekehrte Muskelströme. Kranker N. peroneus U. N., gesunder R. N.

Der Aufenthalt der Wadenmuskeln in feuchter Atmosphäre lehrte:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	0,565 Grm.	0,55 Grm.
Ursprüngliches Volumen	23,890 -	18,446 -
Nach $3^2/_3$ Stunden	— 0,184 -	— 0,166 -
Nach 24 Stunden	— 0,743 -	— 1,163 -

IV. Grosses Froschweibchen.

B. Getödtet nach 92 Tagen. (Januar — April.)

Das Thier war verhältnissmässig matt. Das Zuckungsgesetz der lebenden Muskeln und Nerven bewährte sich an ihm vor der Tödtung, die 10 Uhr 44 Min. erfolgte.

10 Uhr 46 Min. Die Tetanisirung des Rückenmarkes erzeugt nur Starrkrämpfe in dem gesunden Beine.

10 Uhr 51 Min. Das Zuckungsgesetz des lebenden Muskels bewährt sich für beide Extremitäten.

11 Uhr 1 Min. Der peripherische Theil des kranken Hüftnerven für mechanische und elektrische Reize unempfänglich. Die gelähmten Muskeln ziehen sich unter dem Einflusse des Magnetelektromotors lebhaft zusammen.

11 Uhr. $3^1/_2$ Min. Kranker Hüftnerv mit unterem Querschnitt. U. N. — U. Et. p. Ph. etwas schwächer als n. Ph. — n. S. zweifelhaft. — Der Nerv durchschnitten. Keine Spur von Et.

11 Uhr 32 Min. Gesunder Hüftnerv. R. N. — R. Et. p. Ph. und n. Ph., so wie n. S.

11 Uhr 38 Min. Beide Wadenmuskeln. R. M. S.

Die Fasern des kranken Hüftnerven, die continuirliches, zum Theil seitlich eingekerbtes Mark enthielten, gerannen weit leichter, als die des gesunden Nerven.

Die Muskeln des gelähmten Unterschenkels besassen nach 24 Stunden einen auffallenden Grad von Empfänglichkeit und einen richtigen Muskelstrom. Dieser war merklich schwächer in den reizlosen Muskelmassen des gesunden Unterschenkels.

Der Aufenthalt der Wadenmuskeln in feuchter Atmosphäre lieferte:

		Gesund.	Krank.
	Gewicht	0,50 Grm.	0,50 Grm.
	Ursprüngliche Atmosphäre	15,304 -	15,061 -
Nach 24 Stunden.	Ausgeschiedene Kohlensäure	0,172 -	0,159 -
	Verzehrter Sauerstoff	0,964 -	1,125 -
	Stickstoffunterschied und Beobachtungsfehler.	+ 0,024 -	— 0,084 -

V. Kleines lebhaftes Männchen.

C. Getödtet nach 96 Tagen. (Januar — April.)

Die Tetanisation des Rückenmarkes des lebenden Thieres verkürzte nur die Muskeln des rechten Beines. Die Prüfung

mit zwei Salzwasserelementen und Gabelelektroden lieferte immer nur Schliessungszuckungen in beiden Beinen.

Getödtet 10 Uhr 1 Min.

10 Uhr 9 Min. Der auf einer Glasplatte gesonderte kranke Hüftnerv verrieth keine Spur von Reizempfänglichkeit für mechanische oder elektrische Erregungen.

10 Uhr 14 Min. Dieser gelähmte Nerv mit unterem Querschnitt. U. S. — U. Et. n. Ph. u. p. Ph. — n. S. im Sinne dieses umgekehrten Stromes. Die positive Phase des Elektrotonus später stärker als die negative. Beide fehlen um 10 Uhr 36 Min.

10 Uhr 38 Min. Gesunder Hüftnerv mit unterem Querschnitt. Starker R. N. — R. Et. u. n. S. Alle diese Wirkungen stärker als die umgekehrte des kranken Nerven.

11 Uhr 51 Min. bis 11 Uhr 55 Min. Beide Wadenmuskeln reizbar und mit richtigen Strömen.

12 Uhr 15 Min. Der kranke Nerv hatte noch seinen umgekehrten und der gesunde seinen richtigen Muskelstrom. Allein die Bewegungserscheinungen desselben fehlten in beiden.

Der gelähmte Hüftnerv enthielt viele Fasern mit continuirlichem gewöhnlichem, viele mit geronnenem Markinhalte und viele, deren Mark schon in viereckige Stücke zerfallen war. Der gesunde Hüftnerv führte regelrechte nicht geronnene Fasern.

Die gelähmten Muskeln waren nach 24 Stunden elektrisch auffallend reizbar, die gesunden dagegen nur schwach. Gelähmter N. peroneus. U. N. Gesunder R. N. Nach 48 Stunden zeigten sich beide Wadenmuskeln elektrisch unempfänglich, lieferten aber noch richtige Ströme. Sie hatten sich indessen in feuchtem Wasserstoffgase aufgehalten. Es ergab sich hierbei:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	0,28 Grm.	0,27 Grm.
Ursprünglicher Wasserstoff	17,933 -	17,436 -
Nach 4 Stunden	— 0,030 -	— 0,002 -
Nach 24 Stunden	+ 0,021 -	— 0,068 -
Nach 48 Stunden	— 0,045 -	— 0,105 -
Ausgehauchte Kohlensäure	+ 0,154 -	+ 0,173 -
Aufgenommener Wasserstoff	— 0,199 -	— 0,278 -

VI. Kleines Froschweibchen.

B. 109 Tage nach der Operation todt gefunden. (Jan.—April.)

Die Tetanisation des Rückenmarks erzeugte keine Verkürzung in den Muskeln beider Beine. Diese zogen sich aber lebhaft zusammen, wenn man die Inductionsschläge durch ihre Masse selbst führte.

Kranker Hüftnerv. U. N. — Et. u. n. S. zweifelhaft. Gesunder Hüftnerv R. N. und zwar stärker als der vorige. R. Et. u. n. S. Beide Wadenmuskeln R. M. S.

Manche der Nervenfasern des kranken Hüftnerven hatten schon Mark, dessen viereckige Abtheilungen in Querlinien zusammenstiessen. Andere besassen einen continuirlichen, aber seitlich eingeschnürten Inhalt. Gleichförmige und continuirliche Markmassen fehlten beinahe gänzlich.

VII. Grosses Weibchen.

D. Nach 14 Tagen todt gefunden. (April — Mai.)

Die Empfänglichkeit für die Wirkung des Magnetelektromotors war schon in den Nerven und den Muskeln erloschen. Beide Hüftnerven R. N. mit Et. und schwacher n. S. — Ein Frosch, der die Operation nur 8 Tage überlebt hatte, lieferte ähnliche Ergebnisse.

VIII. Grosser männlicher Frosch.

C. Nach 122 Tagen getödtet. (Januar — Mai.)

Das Thier war, wie später mehrere andere, an der Oberfläche ganz grau geworden. Der so gefärbte Grund der Haut bot nur noch einzelne zerstreute schwarze Flecke dar. Es sprang unmittelbar vor der Tödtung lebhaft im Zimmer herum, doch natürlich unbeholfen, weil ihm der Gebrauch des linken Hinterbeines gänzlich versagt war. Man stellte keine galvanischen Reizversuche an, um jeden Verdacht einer Aenderung des Zustandes des gelähmten Nerven zu beseitigen.

Die Haut- und die Muskelwunde waren vollständig vernarbt und das Durchschnittsende des peripherischen Stückes des Hüftnerven mit den Bauchdecken verwachsen. Dieser kranke Nerv führte keine Spur von Zuckungen herbei, als die im Oberschenkel abgehenden Seitenäste durchschnitten wurden. Der gesunde Hüftnerv lieferte die lebhaftesten Verkürzungen in dem gleichen Falle.

$8^1/_2$ Minuten nach der Tödtung. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven. U. N. 8^0. U. Et. p. Ph. 6^0. n. Ph. 6 bis 8^0. — n. S.

zweifelhaft. — Nun wurde der untere Theil des gelähmten Hüftnerven mit dem Wadenmuskel aus dem Beine herausgenommen, der letztere auf die Bäusche und der mit ihm zusammenhängende erstere auf die Platinbleche der stromzuführenden Vorrichtung gebracht. R. M. S., aber keine Spur von n. S. M. oder mit freiem Auge erkennbarer Zusammenziehung bei der Tetanisation des Nerven.

Dieser untere Abschnitt des Hüftnerven abgetrennt, mit unterem Querschnitte. U. N. 6^0. Wiederholt n. S. 3^0.

Gesunder Hüftnerv. — R. N. R. Et. und n. S. Gesunder Wadenmuskel. R. M. S.

$^3/_4$ Stunden nach der Tödtung zeigte sich schon ein auffallender Unterschied in der Reizbarkeit beider Beine. Die Ober- und die Unterschenkelmuskeln waren bei der Präparation grossen Theiles blossgelegt. Die Füsse dagegen hatten ihren natürlichen Hautüberzug beibehalten. Leitete man die Inductionsströme gleichzeitig durch beide Beine, so zogen sich am kranken nur die Muskeln des Fusses, am gesunden dagegen auch die des Ober- und Unterschenkels zusammen.

Gesunder Sartorius R. M. S. Kranker Nichts. Gesunde Fussmuskeln. Halb. Galv. mit Nebenschliess. 50^0., kranke 10^0.

Die Markmasse vieler Primitivfasern des Hüftnerven zerfiel in viereckige Bruchstücke, die in Querlinien zusammenstiessen. Andere Fasern boten nur seitliche Einkerbungen dar. Die raschere Gerinnung in Wasser fiel sehr auf.

70 Minuten nach der Enthauptung hatte der in der Unterleibshöhle eingebettete untere Abschnitt des Hüftnerven seinen Elektrotonus, nicht aber seinen umgekehrten Strom verloren. Er gab noch 8^0 Ablenkung $4^1/_2$ Stunden später. Der schwache Strom erhielt sich, nachdem der Nerv 5 Minuten lang, in Luft von $57^0,5$ C. und hierauf 5 Minuten in solcher, die sich indess von $52^0,5$ auf $67^0,5$ C. erwärmte, verweilt hatte. In der Unterleibshöhle eingebettet hatten beide Hüftnerven, der kranke und der gesunde umgekehrte Ströme 24 Stunden nach dem Tode. Dasselbe wiederholte sich für beide Nn. peronei. Doch gab der kranke einen mehr als doppelt so grossen Ausschlag wie der gesunde. Beide Musculi tibiales antici*) zeigten schwache umgekehrte Ströme.

*) Die für Rana esculenta gebrauchten Namen der Muskeln sind in dieser ganzen Abhandlung denen, die Zenker (Batrachomyologia. Jenae. 1825. 4. p. 44. 48. u. 50.) vorzugsweise für Bufo fuscus und variabilis giebt, nachgebildet.

Der Aufenthalt der Wadenmuskeln in Sauerstoff lehrte:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	0,31 Grm.	0,31 Grm.
Ursprünglicher Sauerstoff	18,757 -	18,149 -
Nach $5^2/_3$ Stunden	— 0,069 -	— 0,149 -
Nach 24 Stunden	— 0,182 -	— 0,489 -
Nach 48 Stunden	— 0,235 -	— 0,972 -
Ausgehauchte Kohlensäure	+ 0,654 -	+ 0,387 -
Verzehrter Sauerstoff, Stickstoffunterschied u. Beobachtungsfehler.	— 0,889 -	— 1,359 -

IX. Kleines Froschmännchen.

D. Getödtet nach 29 Tagen. (April — Mai.)
Enthauptet 9 Uhr 42 Min.

9 Uhr 43 Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Nur Zusammenziehung im gesunden Beine.

9 Uhr 44 Min. Zwei Salzwasserelemente:

		Gesund.	Krank.
	c	= B. o.	o. o.
	c	= B. o.	o. o.
	p	= A. o.	o. o.
	p	= A. o.	o. o.
Mit 4 $\dddot{S}$:			
	p	= A. o.	E. o.
	p	= A. o.	E. o.
	c	= B. E.	E. o.
	c	= B. E.	E. o.

10 Uhr 0 Min. Isolirung des kranken Hüftnerven. Keine Zuckung in den Oberschenkelmuskeln. Oberer Abschnitt mit unterem Querschnitte. U. N. 7⁰. Ruhe 4⁰. Et. und n. S. fehlen. Nach einem neuen Querschnitte R. St. 4⁰.

Oberer Abschnitt des gesunden Hüftnerven. R. N. Nadel an die Hemmung, R. Et. und n. S.

10 Uhr 40 Min. Kranker Wadenmuskel. R. M. S. — H. G. und N. 45⁰. Die Tetanisation des Hüftnerven ohne n. S. M.

Dieser untere Theil des Hüftnerven losgeschnitten und mit unterem Querschnitte aufgelegt. R. N. 10⁰. R. Et. p. Ph. und n. Ph. Nach Durchschneidung des Nerven fehlten alle Spuren von Et.

10 Uhr. 48 Min. Gesunder Wadenmuskel. R. M. S. — H. G. und N. 6⁰. Die Compensation mit dem kranken Wadenmuskel bei möglichst gleichartiger Auflagerung gab den Ausschlag im Sinne des richtigen Muskelstromes des gelähmten Muskels. Dasselbe wiederholte sich auch nach der Umlegung beider Muskeln. Es bestätigte sich in Doppelversuchen mit den natürlichen Längs- und den künstlichen Querschnitten des Sartorius und des Tibialis anticus. Alle diese geprüften Muskelmassen zogen sich noch unter dem Einflusse des Magnetelektromotors zusammen, nachdem sie von den Bäuschen entfernt worden waren.

Kranker N. peroneus. U. N. 3⁰ bis 4⁰. Gesunder Peroneus. R. N. 70⁰.

Der erstere dieser beiden Nerven enthielt Primitivfasern mit ununterbrochenem Markinhalt, der meist nicht einmal seitlich eingekerbt war. Solche Seiteneinschnitte zeigten sich hin und wieder in den Fasern des gelähmten Hüftnerven.

Hatten beide Wadenmuskeln in feuchter Atmosphäre verweilt, so verriethen sie schwache umgekehrte Ströme und zwar der gesunde den stärkeren.

Die eudiometrische Analyse ergab:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	0,20 Grm.	0,18 Grm.
Ursprüngliche Atmosphäre	8,975 -	8,693 -
Nach 24 Stunden	— 0,148 -	— 0,192 -
Nach 48 Stunden	— 0,202 -	— 0,292 -
Ausgehauchte Kohlensäure	+ 0,884 -	+ 0,547 -
Verzehrter Sauerstoff	1,086 -	— 0,908 -
Stickstoffunterschied		+ 0,069 -
Beobachtungsfehler		

X. Froschmännchen.

B. Nach 131 Tagen getödtet. (Januar — Mai.)
Enthauptet 10 Uhr 19 Min.

10 Uhr 22 Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Starrkrämpfe im rechten und nicht im linken Beine. Legt man die Elektroden an die Haut, welche die Wadenmuskeln bedeckt, so hat man kräftigere Zusammenziehungen auf der gesunden, als auf der kranken Seite.

10 Uhr 26 Min. Einfaches Salzwasserelement.

	Gesund.		Krank.
p =	C. o.	. . . . .	o. o.
c =	C. o.	. . . . .	C. o.
c =	C. o.	. . . . .	C. o.
c =	C. o.	. . . . .	C. o.
p =	B. o.	. . . . .	C. o.

In dem gesunden Beine zogen sich die Muskeln des Ober- und des Unterschenkels, im kranken nur die des Oberschenkels zusammen.

10 Uhr 35 Min. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven. Keine Zuckung in den Oberschenkelmuskeln. R. N. 6 ^{0}. Kein Et. oder n. S.

10 Uhr 44 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. — H. G. an die Hemmung. R. Et. p. und n. Ph. u. n. S.

10 Uhr 20 Min. Noch reizbarer Wadenmuskel der kranken Seite. R. M. S., aber schwächer, als im gesunden Wadenmuskel. Die Compensation bestätigte das Gleiche.

11 Uhr 50 Min. Unterer Theil des gelähmten Hüftnerven. R. N. 4 ^{0}. Umgelegt. R. N. 8 ^{0}. U. Et. p. Ph. und n. Ph. mehr als 40 ^{0}. Diese ausserordentlichen Elektrotonusausschläge zeigten sich bei mehrfacher Wiederholung. Das Nervenstück zwischen den Bäuschen und den Platinblechen hatte eine Länge von 2 Mm. n. S. mehr als 15 ^{0}. Der starke Elektrotonus und die bedeutende negative Schwankung bestätigten sich auch bei dem Umlegen. Nach Durchschneidung der Nerven zwischen den Bäuschen und den Platinblechen und Zusammenlegen der Schnittflächen keine Spur von Nadelbewegung bei Erregung des Elektrotonus oder der negativen Schwankung.

2 Uhr 35 Min. Kranker N. peroneus. U. N. 3 ^{0}. Et. und n. S. Null.* Gesunder N. peroneus. U. N. 10 ^{0}. n. S. Null. — U. Et. schwach, aber in beiden Phasen deutlich.

Viele Fasern des gelähmten Hüftnerven hatten einen continuirlichen Inhalt, der höchstens mit seitlichen Einkerbungen versehen war. Einzelne zeigten schon durchgehende Quer-

linien. Eine Trennung der viereckigen Stücke durch helle Zwischenräume wurde nirgends wahrgenommen.

Beide Wadenmuskeln hatten umgekehrte Ströme und zwar der gesunde den stärkeren nach 24stündigem Aufenthalte in feuchter Atmosphäre.

Die eudiometrische Analyse ergab:

	Gesund.	Krank.
Gewicht des Wadenmuskels	0,32 Grm.	0,31 Grm.
Ursprüngliche Atmosphäre	9,789 -	9,522 -
Nach 24 Stunden	— 0,160 -	— 0,201 -
Ausgeschiedene Kohlensäure	+ 0,432 -	+ 0,363 -

XI. Kleines Froschweibchen.

D. Nach 34 Tagen getödtet. (April — Mai.)
Enthauptet 3 Uhr 54 Min.

3 Uhr 56 Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Nur Krämpfe in dem gesunden Gliede.

3 Uhr 59 Min. Einfaches Salzwasserelement:

	Gesund.	Krank.
p =	B. o.	o. o.
p =	B. o.	o. o.
c =	A. o.	o. o.
c =	A. o.	o. o.

4 Uhr 5 Min. Kranker Hüftnerv. Keine Zuckungen in den Oberschenkelmuskeln. Unempfindlich gegen Inductionsströme.

4 Uhr 6 Min. Der obere Theil desselben Nerven U. N. 10°. — Drei Mal hinter einander p. S. (nicht n. S.) von 4° bis 8°. Jetzt nach neuer Oeffnung der Verbindung und neuem Schlusse U. N. 24°. Also Verstärkung. Das Auflegen zweier Punkte der Längsfläche giebt eine Ablenkung im Sinne des umgekehrten Stromes.

4 Uhr 22 Min. Gesunder Hüftnerv. R. N. 70°. Et. und n. S. stark.

4 Uhr 26 Min. Die kranken Oberschenkelmuskeln ziehen sich unter dem Einflusse von Inductionsschlägen schwach und langsam, die gesunden kräftig und rasch zusammen. Frisch entblösste Stücke der Muskeln der beiden Oberschenkel ergeben keinen merklichen Unterschied in der Reaction, wenn sie mit Glasplatten gegen empfindliches Lakmuspapier zerdrückt werden. Sie sind neutral. Die kranken Muskelfragmente haben einen schwächeren richtigen Muskelstrom, als die gesunden.

5 Uhr 0 Min. Das schon früher geprüfte obere Stück des kranken Hüftnerven. U. N. 6⁰. — U. Et. p. Ph. 4⁰. neg. Ph. 4⁰, endlich wieder p. S. (und nicht n. S.) 2⁰ bis 3⁰ auch bei wiederholtem Wechsel der Pole der erregenden Kette des Magnetelektromotors.

5 Uhr 13 Min. Das centrale Stück des durchschnittenen N. cruralis (van Deen). R. N. 50⁰. R. Et. in beiden Phasen und n. S. Die Ausschläge sind nicht merklich kleiner als in gesunden Nerven.

Mit Haut überzogene Unterschenkel-Fusspräparate, nachdem sie 16 Stunden in feuchter Atmosphäre im Eudiometer verweilt hatten. U. P. S. Die Muskeln waren nicht mehr reizbar und im gesunden Gliede steifer als im kranken. Beide Wadenmuskeln hatten richtige Ströme, aber so schwach, dass sie nur bei dem Gebrauche des ganzen Galvanometers erkannt werden konnten. Der gesunde gab bei natürlichem Querschnitt 10⁰ und bei künstlichem 22⁰, der kranke unter den gleichen Verhältnissen 10⁰ und 70⁰.

Kranker N. peroneus. U. N. 18⁰. Gesunder U. N. 6⁰. Et. und n. S. Null.

Die meisten Fasern des Peroneus und des Ischiadicus führten Mark mit eingeschnürten Rändern und mehr oder minder tiefer gehenden Querlinien. Diese mangelten nur in wenigen. Eine Sonderung in discrete Stücke wurde nirgends bemerkt.

Die gereinigten grösseren Knochen der unteren Extremitäten wogen:

	Gesund.	Krank.
Oberschenkelbein	0,90 Grm.	0,90 Grm.
Schienbeine . .	1,00 -	1,00 -

Die Unterschenkel-Fusspräparate trugen bei ihrem Aufenthalte im Eudiometer ihren Hautüberzug, der über dem Kniegelenke mit einem Seidenfaden zugeschnürt war.

	Gesund.	Krank.
Gewicht	0,75 Grm.	0,66 Grm.
Ursprüngliche Atmosphäre	10,253 -	10,362 -
Nach 16 Stunden	— 1,125 -	— 1,238 -
Ausgeschiedene Kohlensäure	+ 0,203 -	+ 0,166 -
Verzehrter Sauerstoff, Stickstoffunterschied und Beobachtungsfehler	— 1,328 -	— 1,404 -

XII. Frosch von 16,6 Grm. Körpergewicht.
D. Nach 39 Tagen getödtet. (April — Mai.)

10 Uhr 0 Min. Das verlängerte Mark durchschnitten.

10 Uhr $1\frac{1}{2}$ Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Nur Krämpfe im gesunden Beine.

10 Uhr 4 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. an die Hemmung. R. Et. stark und n. S. Alles schon bei H. G. kenntlich.

10 Uhr 16 Min. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven. R. N. 12^0. Ruhe 6^0. R. Et. p. Ph. 10^0, n. Ph. 10^0, n. S. 2^0, später Null. R. Et. p. Ph. 6^0, n. Ph. 6^0. Durchschneidung des Nerven Et. Null.

10 Uhr 30 Min. Untere Hälfte des gelähmten Hüftnerven mit oberem Querschnitt. Keine Zuckungen in den Oberschenkelmuskeln. R. N. 7^0. Ruhe 5^0. R. Et. p. Ph. 10^0, n. Ph. 38^0, n. S. 2^0 bis 3^0, sehr deutlich bei Wiederholung.

10 Uhr 45 Min. Unterschenkel-Fusspräparate. — A. P. S. bei H. G. und N. 12^0. Keine Spur von negativer Schwankung des Muskelstromes bei Tetanisation des Nerven.

10 Uhr 54 Min. Die untere Hälfte des kranken Hüftnerven abgeschnitten, mit unterem Querschnitt. R. N. 45^0. R. Et. p. Ph. 6^0, n. Ph. 12^0, n. S. 4^0 bis 5^0, bei mehrfacher Wiederholung nach dem Wechsel der Pole der den Magnetelektromotor treibenden Kette. R. Et. p. Ph. 2^0, n. Ph. 6^0.

Leitete man die Inductionsschläge durch beide Unterschenkel-Fusspräparate, so zogen sich die Muskeln des gesunden stärker als die des kranken zusammen. Gebrauchte man H. G. und N. so lieferte das gelähmte A. P. S. 40^0 und das gesunde A. P. S. 70^0. Die Compensation gab einen Ausschlag von 42^0 zu Gunsten des letzteren.

11 Uhr 30 Min. Proben der Oberschenkelmuskeln beider Beine, die an der Luft gelegen haben, röthen schwach empfindliches Lakmuspapier, scheinbar in gleicher Weise.

11 Uhr 35 Min. Centrales Stück des durchschnittenen N. inguinalis mit dem Knollen als Querschnitt. R. N. an die Hemmung.

3 Uhr 26 Min. Centrales Stück des N. cruralis mit Knollen als Querschnitt. R. N. 10^0, Ruhe 6^0. R. Et. p. Ph. 14^0, n. Ph. 10^0, n. S. 4^0, auch bei Wiederholung nach dem Wechsel der Pole der erregenden Kette. Der gesunde entsprechende Nerv giebt mit künstlichem Querschnitt R. N. 70^0. Ruhe 42^0, n. S. 6^0. R Et. p. Ph. und n. Ph. stark.

3 Uhr 40 Min. Centrales Stück des durchschnittenen N. ischiadicus (van Deen) mit dem Knollen statt des Querschnittes.

R. N. 52°. Ruhe 39°. R. Et. p. Ph. 16°. n. Ph. 16°. Nach Entfernung des Knollen und der Anlage des so erzeugten Querschnittes. R. N. 10°. Ruhe 4°.

Beide Unterschenkel-Fusspräparate, die $5^1/_4$ Stunden in feuchter Atmosphäre in den Eudiometern verweilt hatten, zeigten keine Spur von Empfänglichkeit für Inductionsschläge. Beide A. P. S., das gesunde stärker als das kranke, was auch die Compensation bestätigte.

Viele Fasern des kranken Hüftnerven besassen einen ganz normalen Markinhalt. Er war in anderen seitlich eingekerbt, zeigte in sehr vielen Querlinien, nirgends aber von einander gesonderte viereckige Stücke. Die centralen Stümpfe besassen Fasern mit vollkommen normalem Inhalte ohne Einkerbung und ohne Zerklüftung.

Die enthäuteten Unterschenkel-Fusspräparate gaben:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	1,285 Grm.	1,235 Grm.
Ursprüngliche Atmosphäre	9,645 -	9,590 -
Nach $4^1/_2$ Stunden	— 0,346 -	— 0,141 -
Ausgeschiedene Kohlensäure	+ 0,392 -	+ 0,536 -
Verzehrter Sauerstoff	— 0,544 -	— 0,535 -
Stickstoffunterschied und Beobachtungsfehler	— 0,194 -	— 0,140 -

XIII. Mittelgrosses Männchen.

E. Getödtet nach 15 Tagen. (Mai—Juni.)

2 Uhr 45 Min. Das verlängerte Mark durchschnitten.

2 Uhr 55 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. Ruhe 75°. R. Et. und n. S. stark.

3 Uhr 2 Min. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven mit unterem Querschnitt. R. N. 10° nach dem Umlegen. R. N. 14°. R. Et. p. Ph. 6°. n. Ph. 3°. n. S. 3°, auch bei Wiederholungen nach Umkehr der Pole der erregenden Kette das Gleiche.

Dasselbe Nervenstück mit dem oberen Knollen als Querschnitt. R. N. 14°. Nach dem Umlegen 12°. Bei möglichst gleichartiger Compensation mit dem gesunden Nervenstücke ein Ausschlag von 40° zu Gunsten des letzteren, wenn man den Knollen und von 20°, wenn man den frischen Querschnitt auflegte. Versuche mit blosser Benutzung der Längsfläche des kranken Nerven bestätigten die Anwesenheit von R. N.

Inductionsschläge verkürzen den gesunden Schenkel mehr als den kranken.

3 Uhr 34 Min. Die untere Hälfte des kranken Hüftnerven ist für diese scheinbar unempfänglich, nicht aber der gelähmte Wadenmuskel.

3 Uhr 39 Min. Krankes Unterschenkel-Fusspräparat. A. P. S. bei H. G. 62°. Bei Tetanisation des Hüftnerven n. S. M. von mehr als 12°.

3 Uhr 45 Min. Losgetrennte untere Hälfte des kranken Hüftnerven mit unterem Querschnitt. R. N. 64°. Ruhe 42°. R. Et. p. Ph. 11°; n. Ph. 10°. n. S. 3° bis 4°.

3 Uhr 55 Min. Gesundes Unterschenkel-Fusspräparat. H. G. und N. — A. P. S. 30°. Starke Zuckungen und n. S. M. bei Tetanisation des Nerven.

4 Uhr 20 Min. Centrales Stück des durchschnittenen N. ischiadicus mit dem Knollen statt des Querschnittes. R. N., ziemlich stark.

Die meisten Fasern des kranken Hüftnerven hatten noch ununterbrochenen Markinhalt ohne alle seitlichen Einkerbungen. Die Anfänge des letzteren kamen nur in einzelnen Fasern vor.

Die noch reizempfänglichen Unterschenkel-Fusspräparate lieferten nach der Enthäutung:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	1,120 Grm.	1,070 Grm.
Ursprüngliche Atmosphäre	12,549 -	13,226 -
Nach $17^1/_2$ Stunden	+ 0,027 -	— 0,159 -
Ausgeschiedene Kohlensäure	+ 0,874 -	+ 0,803 -
Verzehrter Sauerstoff	— 0,829 -	— 1,014 -
Stickstoffunterschied und Beobachtungsfehler	+ 0,072 -	+ 0,052 -

Beide Unterschenkel-Fusspräparate aus den Eudiometern genommen. A. P. S. — H. G. und N. das kranke 14°, das gesunde 8°. Die Compensation auch zu Gunsten des kranken.

XIV. Kleines Weibchen.

D. Nach 46 Tagen getödtet. (April—Juni.)

Bei dem Anfassen der Haut des kranken Oberschenkels zeigten sich nach der Enthauptung Reflexbewegungen, vorzüglich in dem gesunden Beine. Die spätere Untersuchung lehrte, dass nur die drei inneren Aeste des Hüftgeflechtes durchschnitten, der N. inguinalis dagegen nicht vollständig unter-

brochen war. Dieses erklärt, weshalb der obere Theil des kranken Hüftnerven eine Anzahl vollkommen normaler Fasern enthielt.

3 Uhr 24 Min. Das verlängerte Mark durchschnitten.

3 Uhr 30 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. an die Hemmung. Ruhe 52°. R. Et. p. Ph. 30°, n. Ph. 14°. n. S. mehr als 4°.

3 Uhr 40 Min. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven mit dem nicht stark ausgebildeten Knollen, der einen Faden vom N. inguinalis aufnimmt, als Querschnitt R. N. 8°. Ruhe 4°. Umgelegt R. N. 3°. Nach Anlegung eines Querschnittes in der Knollengegend R. N. 6°. R. Et. p. Ph. 3°, n. Ph. 3°, n. S. zweifelhaft, zuerst, wie es schien, 2°, später Null.

4 Uhr 3 Min. Krankes enthäutetes Unterschenkel-Fusspräparat. H. G. und N. — A. P. S. 8°. H. G. allein 8°. Keine Spur von n. S. M. bei der Tetanisation des unteren Abschnittes des Hüftnerven.

4 Uhr 10 Min. Gesundes Unterschenkel-Fusspräparat. H. G. und N. — A. P. S. 22°. — H. G. allein an die Hemmung. Ruhe 50°. Tetanisation des unteren Abschnittes des Hüftnerven. n. S. M. 20°.

4 Uhr 20 Min. Untere Hälfte des kranken Hüftnerven mit frischem unterem Querschnitt. R. N. 8°. R. Et. p. Ph. 5°, n. Ph. 3°. Nach dem Umlegen. R. N. 6°. Deutliche n. S. 3°.

4 Uhr 29 Min. Das gesunde Unterschenkel-Fusspräparat zieht sich unter dem Einflusse des Magnetelektromotors lebhaft, das kranke gar nicht zusammen.

4 Uhr 30 Min. Enthäutetes krankes Unterschenkel-Fusspräparat. A. P. S. — H. G. und N. 36°. Das gesunde führt die Nadel an die Hemmung unter den gleichen Verhältnissen. Die Compensation giebt einen Ausschlag von 55° zu Gunsten der gesunden Theile. Diese beantworteten Inductionsströme ziemlich lebhaft, die kranken dagegen nicht mehr.

Die meisten Fasern des gelähmten Hüftnerven hatten seitliche Einbuchtungen oder Querlinien, manche selbst schon gesonderte Markstücke. Eine mässige Zahl von Fasern erschien vollkommen normal.

Beide Unterschenkel-Fusspräparate, nachdem sie 16¾ Stunden in den Eudiometern verweilt hatten, A. P. S. — H. G. und N. das kranke 4°, das gesunde 22°. — H. G. das gelähmte 20°, das gesunde an die Hemmung.

Die eudiometrische Untersuchung gab:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	0,68 Grm.	0,66 Grm.
Ursprüngliche Atmosphäre	11,096 -	10,481 -
Nach $16^3/_4$ Stunden	— 0,057 -	— 0,035 -
Ausgeschiedene Kohlensäure	+ 0,330 -	+ 0,421 -
Aufgenommener Sauerstoff	— 0,576 -	— 0,624 -
Stickstoffunterschied und Beobachtungsfehler	+ 0,189 -	+ 0,168 -

XV. Mittelgrosser Frosch.

B. Nach 150 Tagen getödtet. (Januar — Juni.)

3 Uhr 54 Min. Das verlängerte Mark durchschnitten.

3 Uhr 58 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. an die Hemmung.

4 Uhr 19 Min. Oberer Theil des kranken Hüftnerven. Zuerst geht die Nadel 1^0 bis 2^0 im Sinne des richtigen Stromes, dann wendet sie sich und bleibt zuletzt bei 6^0 in der Richtung des umgekehrten Stromes. Nach dem Umlegen des Nerven wiederholt sich dasselbe Wechselspiel. Nach abermaligem Umlegen hat man von Neuem einen umgekehrten Strom, aber keine Spur von Elektrotonus oder negativer Schwankung.

4 Uhr 48 Min. Krankes Unterschenkel-Fusspräparat. A. P. S. — H. G. 20^0. Keine Spur von n. S. M. bei der Tetanisation des Hüftnerven. Die Muskelfasern noch empfänglich für Inductionsströme.

5 Uhr 4 Min. Unterer Theil des kranken Hüftnerven. U. N. 6^0. Keine Spur von Et. oder n. S.

5 Uhr 15 Min. Gesundes Unterschenkel - Fusspräparat. A. P. S. — H. G. und N. 22^0. Bei Tetanisation des Hüftnerven n. S. M. Zieht sich durch Inductionsströme stärker als das kranke Präparat zusammen.

5 Uhr 20 Min. Untere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. an die Hemmung. R. Et. p. Ph. und n. Ph. sehr stark.

5 Uhr 45 Min. Centrales Ende des durchschnittenen N. cruralis (van Deen) mit frischem oberem Querschnitt. R. N. 50^0.

Die obere Hälfte des peripherischen Stückes des gelähmten Hüftnerven enthielt nur zerklüftete Fasern. Die meisten Bruchstücke lagen aber dicht beisammen, so dass sich dunkele Querlinien zwischen ihnen befanden.

Die Unterschenkel-Fusspräparate lieferten:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	0,935 Grm.	0,855 Grm.
Nach $17^1/_2$ Stunden	10,475 -	10,674 -
Ursprüngliche Atmosphäre	— 0,262 -	— 0,315 -
Ausgeschiedene Kohlensäure	+ 0,506 -	+ 0,267 -
Aufgenommener Sauerstoff	— 0,723 -	— 0,546 -
Stickstoffunterschied und Beobachtungsfehler	— 0,045 -	— 0,036 -

Die gesunde Tibia wog 0,136 Grm., die kranke 0,138 Grm.

XVI. Grosses Weibchen.

C. Getödtet nach 155 Tagen. (Januar — Juni.)

Das Thier konnte sein gelähmtes Bein nicht gebrauchen, so dass sich keine Merkmale der Wiedererzeugung bei dem unmittelbaren Anblicke verriethen.

Getödtet 3 Uhr 0 Min.

3 Uhr 8 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. an die Hemmung. Ruhe 78^0. R. Et. p. Ph. 8^0, n. Ph. 16^0. n. S. 8^0.

Bei dem Durchschneiden der Haut des gelähmten Schenkels entstehen Reflexbewegungen. Die Isolirung des Hüftnerven in dem oberen Drittheile des Oberschenkels erzeugt Zuckungen in den Fussmuskeln.

3 Uhr 15 Min. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven mit unterem Querschnitt. R. N. 24^0. Bei dem Umlegen. R. N. 12^0. Bei dem Umlegen. R. N. 10^0. Ruhe 5^0. R. Et. p. Ph. und n. Ph. je 3^0 bis 4^0. n. S. 1^0 bis Null, also zweifelhaft.

3 Uhr 31 Min. Derselbe Nerv mit neuem unterem Querschnitt. R. N. 12^0. Ruhe 7^0. R. Et. p. Ph. 3^0; n. Ph. Null. Keine Spur von n. S.

3 Uhr 38 Min. Derselbe Nerv mit dem Knollen statt des Querschnittes. U. S. 36^0. Ruhe 22^0. U. Et. p. Ph. 3^0., n. Ph. 5^0., bei doppelter Wiederholung gleichbleibend. Keine Spur von n. S.

3 Uhr 52 Min. Das Galvanometer auf das sorgfältigste ausgeglichen, so dass sich die Nadel nicht rührte, nachdem man die Kette in sich geschlossen hatte. Derselbe Nerv mit Knollen statt des Querschnittes. U. N. 3^0. Et. Null.

		Gesund.	Krank.
3 Uhr 55 Min. Drei S̈:	p =	C. o.	E. o.
	p =	C. o.	E. o.
	p =	C. o.	o. o.
	p =	C. o.	o. o.
	c =	C. o.	o. o.
	c =	C. o.	o. o.

3 Uhr 57 Min. Die kranke Extremität für Inductionsschläge weniger empfänglich als die gesunde.

3 Uhr 58 Min. Die untere Hälfte des durchschnittenen Hüftnerven auf einer Glasplatte isolirt und mit dem Magnetelektromotor behandelt erzeugt ziemlich lebhafte Bewegungen des Fusses und der Zehen.

4 Uhr 2 Min. Unterschenkel-Fusspräparat. A. P. S. — H. G. 44 ^{0}. Nach Tetanisation des Hüftnerven n. S. M. 10 ^{0}.

Die centralen Abschnitte des N. cruralis und des N. ischiadicus (van Deen) waren zu einem Knollen verbunden. Ein dünner weicher Faden ging von diesem zu dem Knollen des peripherischen Theiles des Hüftnerven hinüber. Der letztere führte viele entartete Fasern, deren Markstücke zum Theil schon von einander durch Zwischenräume getrennt waren. Andere boten erst Querlinien dar. Bei genauerem Durchsuchen stiess man auf ein Bündel, in dem nicht wenige Primitivfasern einen vollkommen regelrechten Markinhalt führten.

Unterschenkel-Fusspräparate, nachdem sie 18 $^{3}/_{4}$ Stunden in feuchter Atmosphäre in den Eudiometern verweilt hatten. Krankes. A. P. S. — H. G. und N. 10 ^{0}. Gesundes U. P. S. H. G. u. N. 70 ^{0}. Compensation zu Gunsten des gesunden. Kranker Wadenmuskel. R. M. S. — H. G. und N. 40 ^{0}. Gesunder U. M. S. — H. G. u. N. 30 ^{0}. Keiner von beiden für Inductionsschläge empfänglich.

Die eudiometrische Prüfung der Unterschenkel-Fusspräparate lieferte:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	1,615 Grm.	1,340 Grm.
Ursprüngliche Atmosphäre	8,889 -	9,046 -
Nach 18 $^{3}/_{4}$ Stunden	— 1,161 -	— 0,557 -
Ausgetretene Kohlensäure	+ 0,323 -	+ 0,400 -
Verzehrter Sauerstoff	— 1,320 -	— 0,817 -
Stickstoffunterschied und Beobachtungsfehler	— 0,164 -	— 0,140 -

XVII. Grosses Weibchen.

A. Nach 221 Tagen. (November — Juni.)

Drei Frösche, denen 221 Tage vorher das linke Hüftgeflecht durchschnitten worden, und die sich, in demselben grossen Glase aufbewahrt, wohl befunden hatten, zeigten des Morgens eine auffallende Mattigkeit. Ein Weibchen lebte noch um 9 $^{1}/_{2}$ Uhr und bewegte sich dann bei dem Anfassen,

wurde aber um $11^1/_2$ Uhr todt gefunden. Beide Hinterbeine waren merklich infiltrirt und ihre sehr blassen Muskeln verriethen schon um $11^3/_4$ Uhr keine Spur mehr von Empfänglichkeit für die Wirkungen des Elektromotors.

11 Uhr 46 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. 3^0. Umgelegt. R. N. 3^0. Et. zweifelhaft p. Ph. u. n. Ph. höchstens 1^0. n. S. 3^0.

11 Uhr 55 Min. Es zeigte sich, dass die obere und die untere Knollenbildung durch einen Regenerationsstreifen verbunden waren. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven. R. N. 2^0. Umgelegt. R. N. 2^0. Et. und n. S. nicht deutlich.

12 Uhr 5 Min. Untere Hälfte des kranken Hüftnerven. R. N. 2^0. Umgelegt. R. N. 2^0. Et. zweifelhaft. n. S. Null.

Die meisten Fasern in dem oberen Abschnitte des kranken Hüftnerven bestanden zum grössten Theile aus Hüllen, die höchstens einzelne Markstreifen an einigen sehr entfernten Punkten einschlossen. Manche schienen vollkommen marklos, so weit man sie unter dem Mikroskope verfolgen konnte. Einige Fasern besassen ununterbrochenen Markinhalt. Sie entsprachen wahrscheinlich dem Regenerationsstreifen. Dieser enthielt unzweifelhaft Nervenfasern.

Man hatte:

	Gesund.	Krank.
Wadenmuskel . .	0,155 Grm.	0,055 Grm.
Oberschenkelbein	0,115 -	0,120 -
Schienbein. . . .	0,130 -	0,135 -

XVIII. Ziemlich grosses Weibchen.

A. Nach 221 Tagen getödtet. (November — Juni.)

Das zweite der erwähnten drei Thiere lag um $1^1/_2$ Uhr in Krämpfen, erholte sich aber durch Begiessen mit kaltem Wasser.

3 Uhr 7 Min. Dem lebenden Thiere das verlängerte Mark durchschnitten.

3 Uhr 8 Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Ziemlich lebhafte Zusammenziehungen im gesunden und keine im kranken Beine.

3 Uhr 16 Min. Es gaben 3 $\dddot{S}$:

	Gesund.	Krank.
c. =	B. o.	o. o.
c. =	A. o.	o. o.
p. =	B. o.	o. o.
p. =	A. o.	o. o.

3 Uhr 22 Min. Die Hautwunde vollständig vernarbt, die Muskelwunde dagegen theilweise offen. Kranker Hüftnerv. R. N. 2^0. Keine Spur von Et oder n. S.

3 Uhr 33 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. 10⁰. R. Et. p. Ph. 8⁰, n. Ph. 8⁰, n. S. mehr als 10⁰.

3 Uhr 38 Min. Frühere obere Hälfte des kranken Hüftnerven mit neuem unterem Querschnitt. R. N. 2⁰. Umgelegt R. N. 1⁰ bis 2⁰. Et. und n. S. Null.

3 Uhr 48 Min. Frischer Querschnitt durch den Knollen. R. N. 1⁰ bis 2⁰. Umgelegt R. N. 3⁰. Umgelegt R. N. 4⁰. Keine Spur von Et. oder n. S.

4 Uhr 8 Min. Parallelstücke der beiderseitigen Oberschenkelmuskeln der Vorderfläche, die erst jetzt von ihrem Hautüberzuge befreit wurde, zeigen keinen Unterschied in ihrer ziemlich stark saueren Reaction auf Lakmuspapier.

4 Uhr 13 Min. Untere Hälfte des kranken Hüftnerven. R. N. 1⁰ bis 2⁰. Umgelegt. R. N. 2⁰. Keine Spur von Et. und n. S., selbst bei dem Gebrauche von 4 S̈ zur Erregung.

4 Uhr 20 Min. Gelähmtes Unterschenkel-Fusspräparat. A. P. S. H. G. 20⁰. Gesundes 8⁰.

Die meisten Fasern des kranken Hüftnerven enthielten kein Mark, sondern zeigten nur den längsstreifigen Bau. Einzelne führten wenige zerstreute Markstreifen. Die centralen Stücke des N. inguinalis und des N. cruralis bestanden aus regelrechten Primitivfasern.

Nach dem Aufenthalte in den Eudiometern zeigten sich:

Unterschenkel-Fusspräparate: Gesundes. A. P. S. — H. G. 72⁰. — Krankes. U. P. S. — H. G. 4⁰. Compensation 50⁰ zu Gunsten des gesunden. Kranker Gastrocnemius R. N. bei ganzem Galvanometer 42⁰, der gesunde 72⁰. Beide noch reizbar.

Der kranke N. peroneus hatte dann: R. N. 4⁰, umgelegt R. N. 6⁰, umgelegt R. N. 6⁰, umgelegt R. N. 7⁰. Nun wurde der Nerv auf einer Glasplatte unter starkem Drucke der Länge nach gestrichen, dann zwischen zwei Glasplatten gedrückt und ein neuer Querschnitt angelegt. R. N. 2⁰. Umgelegt R. N. 3⁰.

Man hatte:

	Gesund.	Krank.
Wadenmuskel . . .	0,145 Grm.	0,060 Grm.
Schienbein	0,190 -	0,195 -

Die eudiometrische Prüfung der Unterschenkel-Fusspräparate gab:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	1,120 Grm.	0,960 Grm.
Ursprüngliche Atmosphäre	7,820 -	11,505 -
Nach 22 Stunden	— 0,516 -	— 0,360 -
Ausgeschiedene Kohlensäure	+ 0,350 -	+ 0,336 -
Verzehrter Sauerstoff	— 0,821 -	— 0,832 -
Stickstoffunterschied und Beobachtungsfehler	— 0,045 -	+ 0,136 -

XIX. Sehr grosser Frosch.

A. Nach 222 Tagen. (November — Juni.)

Dieses Thier, das dritte der früher erwähnten, lebte noch Morgens 8 Uhr. Ich fand es um 9 Uhr scheinbar todt und begann sogleich die Untersuchung. Nachdem ich die obere Hälfte des gesunden Hüftnerven um 9 Uhr 21 Min. ausgeschnitten hatte, richtete sich der Frosch nach einer zufälligen Erschütterung auf den Vorderbeinen auf. Dieses war die letzte Bewegung desselben.

4 S̈. gaben dann:

	Gesund.		Krank.
p =	B. o.	. . . . .	o. o.
p =	B. o.	. . . . .	E. o.
c =	B. o.	. . . . .	D. o.
c =	B. o.	. . . . .	D. o.

9 Uhr 22 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. 45^0. R. Et. p. Ph. 20^0, n. Ph. 34^0.

Die Haut- und die Muskelwunde waren vernarbt. Der Knollen des peripherischen Abschnittes unbedeutend und fast gallertartig. Keine Wiedererzeugung.

10 Uhr 7 Min. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven mit unterem Querschnitt. R. N. 4^0. Umgelegt 5^0. R. N. 3^0. Umgelegt 4^0. Umgelegt 2^0. Keine Spur von Et. oder n. S.

10 Uhr 39 Min. Derselbe Nerv mit dem Knollen statt des Querschnittes. R. N. 9^0. Umgelegt 6^0. Keine Spur von Et. oder n. S.

10 Uhr 42 Min. Untere Hälfte des kranken Hüftnerven mit unterem Querschnitt. R. N. 7^0. Umgelegt R. N. 3^0. Kein Et.

11 Uhr 20 Min. Untere Hälfte des gesunden Hüftnerven mit unterem Querschnitt. R. N. 18^0. R. Et. p. Ph. 6^0, n. Ph. 10^0, n. S. mehr als 5^0.

11 Uhr 22 Min. Krankes Unterschenkel-Fusspräparat. A. P. S. — H. G. mit N. 50°. Gesundes 10°. Compensation zu Gunsten des kranken mit 10°.

2 Uhr 28 Min. Keines der beiden Unterschenkel-Fusspräparate mehr reizbar. Das gesunde zeigt noch eine ziemlich deutliche idiomusculäre Verkürzung nach dem Klopfen mit dem Messerrücken, das kranke nicht.

2 Uhr 30 Min. Beide Wadenmuskeln. U. M. S. — H. G. der gesunde 60°, der kranke 45°.

Man fand ferner:

	Gesund.	Krank.
Unterschenkel und Fuss mit Haut überzogen	1,31 Grm.	1,035 Grm.
Wadenmuskel	0,130 -	0,080 -
Oberschenkelbein	0,195 -	0,195 -
Schienbein	0,190 -	0,195 -

Viele Fasern des kranken Hüftnerven waren, so weit man sie verfolgen konnte, vollkommen leer. Andere führten einzelne kurze Markstreifen.

XX. Kleiner Frosch.

E. Nach 33 Tagen getödtet. (Mai — Juni.)

9 Uhr 38 Min. Das verlängerte Mark durchschnitten.

9 Uhr 39 Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Nur Starrkrämpfe in dem gesunden Beine.

9 Uhr 41 Min. Mit 4 S̈:

	Gesund.	Krank.
p =	C. o.	o. o.
p =	C. o.	o. o.
c =	D. o.	o. o.
c =	D. o.	o. o.

9 Uhr 46 Min. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven mit unterem Querschnitt. R. N. 6°. Umgelegt R. N. 4°. Knollen statt des Querschnittes R. N 4°. Keine Spur von Et. und n. S.

9 Uhr 56 Min. Dasselbe Nervenstück mit neuem unterem Querschnitt. R. N. 6°. Umgelegt R. N. 3°. Umgelegt R. N. 3°. Keine Spur von Et. oder n. S.

10 Uhr $3\frac{1}{2}$ Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. an die Hemmung. H. G. R. N. 75°. Ruhe 55°. R. Et. p. Ph. und n. Ph. mehr als 15°. n. S. mehr als 20°.

11 Uhr 2 Min. Die Muskeln beider Extremitäten für Inductionsschläge sehr empfänglich.

11 Uhr 7 Min. Früher geprüfte obere Hälfte des kranken Hüftnerven mit dem früheren Querschnitte. R. N. 7^{0}. Keine Spur von Et. oder n. S.

11 Uhr 13 Min. Frühere obere Hälfte des gesunden Hüftnerven mit dem früheren Querschnitt. R. N. 60^{0}. Neuer Querschnitt. R. N. 70^{0}. Beide Phasen des Et. schwach, aber deutlich.

11 Uhr 21 Min. Krankes Unterschenkel - Fusspräparat. A. P. S. — H. G. 30^{0}. Tetanisation des Hüftnerven. Keine Spur von n. S. M.

11 Uhr 26 Min. Untere Hälfte des kranken Hüftnerven mit unterem Querschnitt. U. N. 9^{0}. Umgelegt U. N. 6^{0}. n. S. 3^{0} bleibt bei Wiederholung die gleiche. U. Et. p. Ph. 9^{0}. n. Ph. 10^{0}. Fehlt nach Durchschneidung des Nerven, dessen Stücke noch schwache umgekehrte Ströme haben.

11 Uhr 47 Min. Die Muskeln des kranken Unterschenkel-Fusspräparates ziehen sich durch Inductionsschläge lebhaft, obgleich sichtlich schwächer als die gesunden Muskeln zusammen.

11 Uhr 53 Min. Der kranke Wadenmuskel elektrisch noch sehr empfänglich. Er verkürzte sich aber nicht, wie der gesunde, bei dem Losschneiden seiner oberen Ansätze.

12 Uhr 15 Min. Kranker N. peroneus. U. N. 5^{0}.

Der Aufenthalt der Wadenmuskeln in Kohlensäure ergab:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	0,15 Grm.	0,14 Grm.
Ursprüngliche Kohlensäure	12,692 -	12,094 -
Nach 5 Stunden	— 0,296 -	— 0,281 -
Nach 23 Stunden	— 0,477 -	— 0,533 -
Nach 47 Stunden	— 0,564 -	— 0,529 -

Betrachtet man die letzten Grössen als Maximumwerthe, so findet man 2,33 als Aufnahmscoëfficienten des gesunden und 2,34 als solchen des kranken Wadenmuskels für Kohlensäure.

Nur ein Theil der Fasern des Hüftnerven hatte seitliche Einschnürungen des Markes.

XXI. Grosser Frosch.

E. Nach 35 Tagen getödtet. (Mai — Juni.)

2 Uhr 56 Min. Das verlängerte Mark durchschnitten.

2 Uhr 57 Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Starrkrämpfe nur im gesunden Hinterbeine.

3 Uhr 0 Min. Mit 8 S̈:

	Gesund.		Krank.
c =	A. o.	. . . . .	B. o.
c =	A. o.	. , . . .	B. o.
p =	A. o.	. . . . .	B. o.
p =	A. o.	. . . . .	B. o.

3 Uhr 6 Min. Das obere Dritttheil des kranken Hüftnerven mit unterem Querschnitt. R. N. 4⁰. Umgelegt R. N. 4⁰. U. Et. p. Ph. 1⁰. n. Ph. 3⁰. bei dem Gebrauche von einem Salzwasserelemente. Bei Wiederholung mit 2 S̈. U. Et. n. Ph. 18⁰. p. Ph. 6⁰.

3 Uhr 45 Min. Derselbe Nerv mit dem Knollen statt des Querschnittes. R. N. 3⁰ bis 4⁰. Umgelegt R. N. 5⁰. R. Et. p. Ph. 10⁰. n. Ph. 10⁰. Bei Wiederholung immer R. Et. und nicht U. Et. Nach Durchschneidung des Nerven keine Spur von Et.

3 Uhr 54 Min. Dasselbe Stück des gelähmten Hüftnerven mit neuem Querschnitt. R. N. 10⁰. n. S. das erste Mal 3⁰, später Null.

4 Uhr 20 Min. Sonderung des unteren Theiles des kranken Hüftnerven. Keine Zuckungen in den Oberschenkelmuskeln. Mit oberem Querschnitt. R. N. 12⁰. R. Et. p. Ph. 5⁰. n. Ph. 10⁰. n. S. unzweifelhaft 2⁰ bis 3⁰, bei Wiederholung 3⁰.

4 Uhr 26 Min. Krankes Unterschenkel-Fusspräparat. A. P. S. — H. G. 20⁰. Dreimalige Tetanisation des Hüftnerven und nie eine Spur von n. S. M.

Hierauf:

4 Uhr 33 Min. Das obere Ende des Hüftnerven mit einem dicken glühenden Kupferdrahte verbrannt. Keine Spur von Zuckung oder n. S. M.

4 Uhr 35 Min. Neuer Querschnitt unterhalb der Verbrennungsstelle. R. N. 14⁰. R. Et. mit einem Salzwasserelemente p. Ph. mehr als 10⁰, neg. mehr als 10⁰. — p. S. und nicht n. S., das erste Mal 6⁰, das zweite Mal 7⁰, das dritte Mal 5⁰.

4 Uhr 45 Min. Gesunder Hüftnerv. Die Muskeln zucken lebhaft bei dem Durchschneiden desselben. R. N. an die Hemmung. Ruhe 60⁰. R. Et. p. Ph. 14⁰, n. Ph. 14⁰. n. S. mehr als 4⁰.

5 Uhr 8 Min. Gesundes Unterschenkel-Fusspräparat. A. P. S. — H. G. 72⁰. Tetanisation des Hüftnerven n. S. M. mehr als 10⁰. Man sah dabei sehr deutlich, dass die Nadelbewegung der negativen Schwankung erst eine merkliche Zeit nach dem Beginne der Tetanisation des Nerven auftrat.

5 Uhr 11 Min. Den oberen Theil dieses gesunden Hüftnerven mit dem glühenden Kupferdrahte gebrannt. Der Muskelstrom nimmt um 4° ab.

5 Uhr 17 Min. Neuer Querschnitt unter der Verbrennungsstelle. R. N. 54°. Ruhe 26°. R. Et. p. Ph. 10°, n. Ph. 18°. Weder positive noch negative Schwankung deutlich.

Die obere Hälfte des kranken Hüftnerven zeigte viele Fasern mit unveränderten und zahlreiche mit seitlich eingebuchteten oder mauerförmig getheilten Markmassen. Die mit Essigsäure behandelte Haut des Unterschenkels und des N. peroneus führten viele gut erhaltene Fasern und einzelne eingekerbte oder mauerförmige. Die beiden letzteren Arten herrschten in den Hautnerven des Oberschenkels vor.

Die Aufbewahrung der Wadenmuskeln in Kohlensäure lehrte:

	Gesund.	Krank.
Gewicht	0,22 Grm.	0,195 Grm.
Ursprüngliche Kohlensäure	13,761 -	13,825 -
Nach 20½ Stunden	— 0,268 -	— 0,142 -
Nach 48 Stunden	— 0,369 -	— 0,131 -
Nach 186 Stunden	+ 0,158 -	+ 0,630 -

XXII. Mittelgrosser Frosch.

C. Nach 168 Tagen getödtet. (Januar — Juni.)

4 Uhr 17 Min. Das verlängerte Mark durchschnitten.

4 Uhr 19 Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Nur Verkürzungen im gesunden Beine.

4 Uhr 21 Min. Mit 6 S̈:

	Gesund.	Krank.
p =	B. o.	C. o.
p =	B. o.	C. o.
c =	B. o.	B. bis C. o.
c =	B. o.	B. bis C. o.

4 Uhr 30 Min. Oberer Theil des kranken Hüftnerven. Mit unterem Querschnitt. R. N. 20°. (Die Nadeln neu astasirt, so dass eine Doppelschwingung 65 Secunden braucht.) Umgelegt R. N. 15°.

4 Uhr 35 Min. Dasselbe Nervenstück mit dem spitz zulaufenden und wenig angeschwollenen Knollenende statt des Querschnittes. R. N. 4°. Umgelegt R. N. 3°.

4 Uhr 45 Min. Derselbe Nerv mit unterem Querschnitte. R. N. 4°. Keine Spur von Et. oder n. S.

4 Uhr 48 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. 55⁰. Ruhe 25⁰. n. S. 3⁰. R. Et. p. Ph. 15⁰, n. Ph. 13⁰.

4 Uhr 58 Min. Die Muskeln beider Beine für Inductionsströme sehr empfänglich.

Das enthäutete gesunde Unterschenkel-Fusspräparat wog 1,395 Grm., das kranke 1,175 Grm.

Die leicht zerfaserbare untere Hälfte des Hüftnerven zeigte Fasern, die nur einzelne durch lange Zwischenräume getrennte Bandstreifen enthielten und daher ein geschecktes Aussehen unter schwacher Vergrösserung darboten. Der kranke N. peroneus führte längere Markstreifen, die meist Körner und keine grösseren Kugeln enthielten. Leere Fasern und solche mit kürzeren oder längeren Markstreifen fanden sich in der Haut des Oberschenkels.

Die Wadenmuskeln ergaben:

	Gesund.	Krank.	
Gewicht	0,160 Grm.	0,125 Grm.	
Ursprüngl. Atmosphäre	10,785 -	10,840 -	
Nach 29 1/2 Stunden	— 0,104 -	— 0,050 -	
Ausgesch. Kohlensäure	+ 0,107 -	+ 0,227 -	
Aufgenomm. Sauerstoff / Stickstoffunterschied u. Beobachtungsfehler	— 0,211 -	— 0,240 - / — 0,037 -	— 0,277.

XXIII. Kleiner Frosch.

E. Nach 42 Tagen getödtet. (Mai — Juni.)

Dem Thiere fehlte der linke Fuss. Die spätere Untersuchung lehrte, dass auch der unterste Theil des Schienbeines spitz zulief. Das Hüftgeflecht war hier ausnahmsweise an der rechten Seite durchschnitten worden.

Getödtet 3 Uhr 32 Min.

3 Uhr 33 Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Nur Krämpfe in dem verstümmelten Beine.

3 Uhr 37 Min. 8 S̈:

		Gesund.	Krank.
p =	c =	B. C.	B. C.
2 S̈:	c =	A. o.	E. o.
	c =	A. o.	E. o.
	p =	A. o.	o. o.
	p =	A. o.	o. o.
	p =	A. o.	E. o.

4 Uhr 4 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. mit starkem R. Et. und n. S.

4 Uhr 10 Min. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven mit unterem Querschnitt. U. N. 30^0. Ruhe 20^0. U. Et. — n. S. nicht deutlich.

4 Uhr 53 Min. Unterer Theil des gesunden Hüftnerven. R. N. mit starkem R. Et. u. n. S.

5 Uhr 5 Min. Untere Hälfte des kranken Hüftnerven mit oberem Querschnitt. U. N. 35^0. Ruhe 22^0. U. Et. p. Ph. 5^0. n. Ph. 5^0. n. S. zweifelhaft.

5 Uhr 15 Min. Kranker Wadenmuskel. R. M. S. — H. G. 32^0. Bei dem Tetanisiren des Hüftnerven keine Spur von n. S. M. Der Wadenmuskel zieht sich stark zusammen, wenn man die Inductionsströme durch seine Masse leitet.

Der gesunde Wadenmuskel des amputirten Beines, dessen Achillessehne grösstentheils noch vorhanden war, wog 0,100 Grm., der kranke des vollständigen Gliedes 0,075 Grm.

Der untere Theil des kranken Hüftnerven führte Fasern mit ununterbrochenem Marke fast ohne seitliche Einkerbungen. Dasselbe wiederholte sich für den N. peroneus und die in der Haut verlaufenden Nervenfasern.

XXIV. Grosses Weibchen.

E. 45 Tage nach der Durchschneidung getödtet. (Mai — Juli.)

3 Uhr 50 Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Nur Krämpfe in dem gesunden Hinterbeine.

3 Uhr 53 Min. Mit 2 $\dddot{S}$:

		Gesund.		Krank.
	p =	B. o.	. . . . .	D. o.
	p =	A. o.	. . . . .	B. o.
Mit 1 $\dddot{S}$:	c =	C. o.	. . . . .	o. o.
	c =	C. o.	. . . . .	o. o.
	p =	B. o.	. . . . .	C. o.
	p =	B. o.	. . . . .	C. o.

3 Uhr 59 Min. Obere Hälfte des kranken Hüftnerven mit unterem Querschnitt. U. N. 15^0. Kein Et. und keine n. S.

4 Uhr 11 Min. Knollen statt des Querschnittes. U. N. 8^0. Ruhe 6^0. Umgelegt. U. N. 5^0. Kein Et.

4 Uhr 20 Min. Untere Hälfte des kranken Hüftnerven. U. N. 5^0. Ruhe 3^0. Keine Spur von Et. oder n. S. selbst bei 4 $\dddot{S}$.

4 Uhr 26 Min. Derselbe Nerv umgelegt. U. N. 12°. Keine Spur von Et.

4 Uhr 35 Min. Krankes Unterschenkel-Fusspräparat. A. P. S. — H. G. 32°. Ruhe 25°. Tetanisation des Nerven. Keine Spur von n. S. M.

4 Uhr 44 Min. Obere Hälfte des gesunden Hüftnerven. R. N. 80°, Ruhe 39°. R. Et. p. Ph. 10°, n. Ph. 8°. n. S. 6°.

4 Uhr 53 Min. Gesundes Unterschenkel - Fusspräparat. A. P. S. — H G. 53°. Ruhe 22°. Tetanisation des Nerven. n. S. M. 10°.

4 Uhr 55 Min. Die Muskeln des kranken Unterschenkels ziehen sich noch schwach durch Inductionsströme zusammen.

Es wogen:	Gesund.	Krank.
Enthäuteter Unterschenkel und Fuss	1,355 Grm.	1,155 Grm.
Wadenmuskel	0,185 -	0,145 -
Oberschenkelbein	0,230 -	0,235 -
Schienbein	0,235 -	0,230 -

Die Markmassen der Fasern des kranken Hüftnerven waren sämmtlich geronnen, während die des gesunden das Gegentheil darboten. Nur wenige besassen Einkerbungen oder Querlinien.

XXV. Mittelgrosses Männchen.

Fünf Tage nach der Nervendurchschneidung.

Diese Beobachtung wird nur als ein Beispiel aus der ersten Zeit nach der Trennung des Hüftgeflechtes angeführt. Die Untersuchung wurde im Julius angestellt.

Das Thier hatte unmittelbar nach der Operation eine Abnahme, am folgenden Tage eine Zunahme und am fünften Tage wieder eine Schwächung der Empfänglichkeit des durchschnittenen Nerven gezeigt. Die Prüfung wurde mit Gabelelektroden und dem Magnetelektromotor vorgenommen.

Die thermoelektrische Untersuchung gab einen höchst unbedeutenden Ausschlag zu Gunsten des gelähmten Unterschenkels. Liess man die Inductionsschläge durch beide Hinterbeine gehen, so zeigte sich später die Ablenkung der Magnetnadel das erste Mal zu Gunsten der kranken, dann zwei Mal für die gesunden und zuletzt mit einer Spur für die kranken Theile.

Drei Stunden später wurde das Thier enthauptet.

Getödtet 2 Uhr 33 Min.

2 Uhr 35 Min. Tetanisation des Rückenmarkes. Nur Verkürzungen in dem gesunden Hinterbeine.

Nun wurden die oberen Hälften beider Hüftnerven rasch und gleichartig herausgenommen und mit den unteren Quer-

schnitten und der benachbarten Längsfläche auf den Herzbeutelstücken möglichst conform compensirend aufgelegt. Das Stück zwischen den Membranen und den Platinblechen war in dem gesunden Nerven länger, als im kranken, so dass jener sich in Betreff der Bewegungserscheinungen des Nervenstromes im Nachtheil befand. Die Compensation ergab:

2 Uhr 41 Min. An die Hemmung zu Gunsten des gesunden Nerven. Neu aufgelegt. Desgl. 80°. Wieder neu aufgelegt desgl. 40°. Ruhe 15°. Der richtige Nervenstrom in beiden Nerven vorausgesetzt fielen der Elektrotonus und die negative Schwankung zu Gunsten des gesunden Nerven aus. Et. p. P. mehr als 20°, n. Ph. mehr als 30°. n. S. mehr als 4°. Die spätere Prüfung der beiden einzelnen Nerven lehrte, dass jeder einen richtigen Nervenstrom und die Bewegungserscheinungen in diesem Sinne hatte.

3 Uhr 39 Min. Unterer Theil des gesunden Hüftnerven. R. N. an die Hemmung. Ruhe 74°. Die Haut des Fusses mit Schwefelsäure begossen. Die Nadel weicht um 2° zurück ohne dass die geringste Verrückung stattfindet.

§. 5. Ergebnisse.

Verschiedenartige Einflüsse ändern in hohem Grade die Geschwindigkeit, mit der die anatomischen und die physiologischen Eigenschaften des peripherischen Abschnittes des durchschnittenen Nerven in Fröschen wechseln. Zustände, die im Verlaufe weniger Wochen in warmer Sommerzeit auftreten, werden kaum nach Monaten im Winter erreicht. Man muss daher bei Vergleichungen die Ergebnisse, welche die zu verschiedenen Zeiten des Jahres operirten Thiere liefern, aus einander halten. Ich bewahrte die Frösche desselben Operationstages die ganze Folgezeit hindurch in einem und demselben Behälter auf. Obgleich im Allgemeinen die Zustände ihrer gelähmten Nerven unter einander mehr übereinstimmten, als mit denen von Geschöpfen anderer Durchschneidungszeiten, so würde man doch irren, wenn man annehmen wollte, dass immer die Veränderung mit der Zeit gleichartig fortschritt. Es kam vor, dass ein 8 oder 14 Tage später getödteter Frosch eine etwas frühere Stufe der anatomischen oder physiologischen Entartung zeigte, als sein vor ein oder zwei Wochen untersuchter Genosse desselben Operationstages. Da sich beide in dem gleichen Wasser befanden und nahezu derselben Wärme ausgesetzt waren, die Aussenverhältnisse überhaupt möglichst übereinstimmten, so müssen wir die Ursachen dieser Unter-

schiede in den individuellen Ernährungszuständen suchen. Sie sind immer beträchtlich kleiner, als die welche von den Jahreszeiten und vorzugsweise von grösseren Temperaturdifferenzen herrühren.

1. Bau der durchschnittenen Nerven.

Mangelt die Wiedererzeugung, so entartet nach und nach der peripherische Abschnitt des getrennten Nerven. Man trifft die auffallendsten Abweichungen in der Markmasse an, obgleich unzweifelhaft auch die Hüllen leiden. Wir wollen die vorzüglichsten Grade der Veränderung, wie sie allmälig zum Vorschein kommen, mit besonderen Namen bezeichnen, um später eine kürzere Ausdrucksweise gebrauchen zu können.

1. Die Stufe der leichteren Gerinnbarkeit. Die ganz frischen Primitivfasern unterscheiden sich nicht merklich von den gesunden. Hat man aber Wasser zu dem zerfaserten Nervenstücke gesetzt, so bemerkt man, dass das Mark der kranken Fasern früher als das der gesunden gerinnt. Dieser Unterschied verräth sich auch in Nerven, die vorher am Galvanometer geprüft wurden und daher mit einer Lösung von Kochsalz oder Zinkvitriol, so weit sie in die Herzbeutelstücke der Bäusche eindrang, in Berührung kamen. Die Gerinnung erscheint bisweilen in einzelnen Fasern so früh, dass man fast glauben möchte, die ersten Spuren derselben seien schon im lebenden Thiere vorhanden gewesen.

2. Die der Einkerbungen. Der Markinhalt, der zuvor die regelrechte cylindrische Form hatte, zeigt jetzt Einschnürungen an seinen Seitenrändern, so dass diese sinuöse Grenzlinien in der Vogelperspective der mikroskopischen Untersuchung darbieten.

3. Die Stufe der Querlinien. Indem die beiderseitigen, meist nahezu symmetrischen Einschnürungen einander entgegenrücken, entstehen zuletzt Querlinien, welche die Längsaxe des Nerven unter ungefähr rechten Winkeln schneiden. Untersucht man die Nervenfasern mit schwachen Vergrösserungen, so hat es den Anschein, als wenn viereckige Stücke des Markes zusammenstiessen und sich gegenseitig abplatteten. Das Ganze erinnert an die Form des sogenannten mauerförmigen Zellgewebes der Gewächse, in welchem die schmäleren Zellenwände an einander haften. Die Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen lehrt jedoch, dass schon bedeutendere Unregelmässigkeiten vorhanden sind. Die Ecken der bald kürzeren, bald längeren Markstücke erscheinen meistentheils abgerundet.

Zwei benachbarte Ecken zweier Vierecke lassen daher einen Zwischenraum übrig. Einzelne Stellen des Markes sind grosskugelig, andere feinkörnig geronnen.

4. Die der gesonderten Vierecke. Die Abtheilungen des Markes werden jetzt durch helle breitere Zwischenräume wechselseitig geschieden. Ihre Formen nähern sich bald mehr der eines Quadrates, bald mehr der eines Oblonges. Die Ecken sind abgerundet. Die doppelte Gerinnungsweise in grösseren und hervortretenden, runden Massen und in fortlaufenden feinkörnigen Stücken fällt bisweilen mehr als früher in die Augen. Der Gebrauch von stärkeren Vergrösserungen lehrt, dass hin und wieder eine Schicht feinkörnig geronnener Marksubstanz vorhanden ist, wo man eine blosse Lücke bei der Anwendung schwächerer Linsen zu sehen glaubte.

5. Die der Markstreifen. Ein nicht zu dickes Nervenbündel zeigt ein geschecktes Aussehen unter mässiger Vergrösserung. Eine Menge dunkeler Längsstreifen, deren längere Axen der des Nerven parallel laufen, liegt in der übrigen durchsichtigeren Masse zerstreut. Sie entstehen durch Ansammlungen geronnenen Markes, das theils aus grösseren, oft krummlinigt gestreiften, runden und gesonderten Stücken, theils aus ununterbrochenen feinkörnigen Gerinnungsmassen besteht. Manche Markstreifen hören an beiden Enden scharf auf. Andere dagegen verbinden sich durch feingeronnene Substanz mit einem oder den beiden nächsten Nachbarn. Die in den Zwischenräumen befindlichen marklosen Hüllen zeigen eine auffallende Längsfaserung, wie sie dem sogenannten geformten Bindegewebe eigen ist. Man sieht an ihnen hin und wieder Körperchen, die wahrscheinlich den an den gleichen Gebilden der Säugethiere vorkommenden Kernen entsprechen. Man muss sich jedoch hier vor einer Täuschung hüten. Nerven, die in Fäulniss übergehen, sind häufig mit kleinen Oeltropfen und Körnchen reichlich bedeckt. Diese Gebilde erhalten sich auch bei der Aufbewahrung in Chromsäure.

Das Polarisationsmikroskop führt zu eigenthümlichen Anschauungen. Da der Nerveninhalt das Licht doppelt bricht, so erscheint er hellgrau und leuchtend auf dem dunkelen Grunde des Polarisationsmikroskopes d. h. wenn sich die Polarisationsebenen der beiden Nicol'schen Prismen rechtwinklig kreuzen. Untersucht man geronnene Nerven, z. B. der ersten Stufe der Entartung, so bemerkt man häufig, dass die kuglig geronnenen Stellen heller leuchten und hervortreten. Diese Eigenthümlichkeit erreicht bisweilen ihre grösste Stärke in den Markstreifen der auf der fünften Stufe der Veränderung

befindlichen Nerven. Gebraucht man Lampenlicht im dunkelen Zimmer oder noch besser sehr helles Tageslicht, so glänzen die kuglig geronnenen Stücke, wie prachtvolle silberweisse Sterne und leuchten bei weitem stärker, als die ununterbrochenen und feinkörnig geronnenen Markmassen. Manche solcher Kugelgebilde bieten unter starken Vergrösserungen ein Polarisationskreuz als Merkmal einer regelmässigen Schichtung dar. Zwei getrennte hyperbolische schwarze Büschel erschienen ausnahmsweise als Zeichen unregelmässigerer Massenvertheilung. Viele Stellen endlich hatten nur quere oder schiefe dunkele Linien.

6. Die Stufe der scheinbar marklosen Hüllen. Da man die Primitivfasern nicht ihrer ganzen Länge nach verfolgen kann, so lässt sich auch nicht mit Sicherheit angeben, ob sie ihre Markmasse gänzlich verloren haben oder nicht. Man findet aber zuletzt wenigstens Fasern, die kein Mark längs der gesammten Ausdehnung des mikroskopischen Präparates, also in einer Länge von mehreren Millimetern zeigen. Diese Stufe, die in warmblütigen Geschöpfen rasch erreicht wird, zeigt sich in Fröschen höchstens in einzelnen Fasern oder Bündeln, wenn man selbst die Thiere länger als ein halbes Jahr am Leben erhalten hat. Viele benachbarte Fasern führen dann immer noch Markstreifen.

Die entarteten Nerven lassen sich im Allgemeinen mit zwei Nadeln leichter als die gesunden zerfasern. Der Unterschied ist in den späteren Zeiträumen der Veränderung auffallender als früher. Wir werden hieraus schliessen, dass auch die Beschaffenheit der Hüllen oder die ihrer gegenseitigen Verbindungsmasse nach und nach wechselt.

Die centralen Stümpfe des durchschnittenen Hüftgeflechtes des Frosches enthielten immer Primitivfasern, die sich von den gesunden nicht unterschieden.

Dass der Axencylinder in gesunden und ganz frischen markhaltigen Fasern kenntlich sei, muss ich immer noch verneinen. Die Beobachtungen, die ich über die entarteten Nervenfasern des Frosches anstellte, lieferten keinen Beweis, dass hier etwas dem Axencylinder Entsprechendes auf den späteren Stufen der Entartung vorhanden sei. Behandelte ich Nerven, die nur noch Markstreifen hatten, mit Chromsäure, mit Sublimat und hierauf mit Essigsäure oder mit Collodium, so gelang es mir nie, ein für den Axencylinder sprechendes Bild zu gewinnen. Die Hüllen leuchten viel weniger auf dem schwarzen Grunde des Polarisationsmikroskopes, als die Markstreifen. Ich bemühte mich aber vergebens einen Theil aufzufinden, der als

Axencylinder gedeutet werden könnte, weil er mehr als die Hülle glänzte. Entartete Säugethiernerven, die mehrere Tage in Sublimatlösung gelegen haben und hierauf mit Essigsäure behandelt worden, zeigen allerdings bisweilen im Innern eine dunkelere Linie, deren Deutung ich dahin gestellt lasse.

Wie in den Säugethieren, wechselt auch in den Fröschen die Knollenbildung an den Enden der durchschnittenen Nerven in hohem Grade. Die durch eine bindegewebige Masse bedingte Verdickung ist bisweilen verhältnissmässig sehr stark, während der Nerv in anderen Fällen wenig oder gar nicht angeschwollen erscheint und spitz zuläuft oder sich in einen dünnen Faden fortsetzt. Dieser Letztere kommt auch häufig genug als Verlängerung eines Knollens vor. Er ist meist an die Nachbargewebe, besonders die Bauchwände angewachsen. Die einzelnen durchschnittenen Stämme des Hüftgeflechtes, vorzüglich die centralen Stücke verbinden sich nicht selten mit einander in einem Knollen. Pigmentreiche Bindegewebhüllen umschliessen oft die Anschwellungsbezirke.

Wo eine Wiedererzeugung stattfand, traten auch Nervenfasern mit Markinhalt auf. Ein Präparat, das aus dem im vorigen Paragraphen unter Nr. XIV. verzeichneten Thiere stammt, liess noch nach längerer Aufbewahrung in Glycerin erkennen, dass markige Fasern in dem dünneren Zwischenfaden zwischen der centralen und der peripherischen Abtheilung der getrennten Nerven dahingingen.

2. Ernährungserscheinungen.

Die seit Monaten in weiten Glasbehältern im Schatten aufbewahrten Frösche änderten häufig ihre Hautfarbe in auffallender Weise. Manche wurden grau. Die schwarzen Flecke, welche die einförmige Grundfärbung unterbrachen, waren an einzelnen Stellen reichlicher, an anderen sparsamer. Nicht wenige Frösche bekamen rostfarbene oder gelbe Flecke an ausgedehnten Partien der Haut. Die Gesammtfärbung blasste in vielen merklich ab, indem alle Farben an Lebhaftigkeit verloren. Diese Aenderungen finden sich auch häufig in gesunden Fröschen, die in Gefangenschaft gehalten werden.

Die Monate lang aufbewahrten Thiere, die endlich von selbst zu Grunde gingen oder die ich ihrer verdächtigen Zeichen wegen tödtete, boten häufig eine nicht sehr starke Infiltration der beiden Hinterbeine dar. Das gesunde Glied unterschied sich hierbei nicht wesentlich von dem gelähmten. Die ergossene Flüssigkeitsmenge war zwar so bedeutend, dass kein Zweifel

über die krankhaften Verhältnisse bestehen konnte. Sie stand jedoch hinter der, welche die Frösche nach der Zerstörung des Rückenmarkes und bei unreinlicher Behandlung darbieten, merklich zurück.

Man weiss, dass das durch die Trennung des Hüftgeflechtes gelähmte Hinterbein, wenn es nicht täglich galvanisirt wird, nach und nach abmagert. Hat man die Frösche längere Zeit am Leben erhalten, so fällt der Unterschied sogleich auf. Er erhält sich noch, wenn das Thier beträchtlich magerer und daher das gesunde Glied dünn wird. Der Einfluss der Jahreszeiten macht sich auch hier in hohem Grade geltend. Die ungefähre Gleichheit der beiden Hinterbeine pflegt im Winter bedeutend länger, als im Sommer fortzudauern.

Die verhältnissmässig bedeutende Masse der Muskeln und die Ernährungsbedingungen dieser Gebilde lassen von vorn herein erwarten, dass sie den grössten Theil des Verlustes tragen werden. Um hier vergleichbare Zahlenwerthe zu gewinnen, dürfte man nicht die beiden Hinterbeine in den Hüftgelenken exarticuliren, weil man dann die Muskeln der zwei Seitenhälften mehr oder minder ungleich durchschneiden würde. Die Ablösung im Kniegelenke dagegen eignet sich vollständig zu unserem Zwecke. Die Muskeln kommen hierbei gar nicht in Betracht und man kann die Haut geradlinigt trennen, so dass keine störenden Beobachtungsfehler auftreten. Ich wog auf diese Art, je nachdem es die Nebenverhältnisse gestatteten, das mit Haut überzogene oder enthäutete Unterschenkel-Fusspräparat, den Wadenmuskel, das Schienbein oder das Oberschenkelbein, die beiden letzteren möglichst gereinigt und frisch. Diese Gewichtsbestimmungen wurden immer nach Beendigung der übrigen Versuche, also eine bis wenige Stunden nach dem Tode vorgenommen. Es versteht sich von selbst, dass man die durch Austrocknen möglichen Fehler zu vermeiden suchte. Ich ging bei den Wägungen nur auf halbe Centigrammen hinab, weil kleinere Unterschiede von Differenzen des Feuchtigkeitsgrades oder von anhaftenden Fremdgebilden ausgeglichen werden.

Wir wollen die erhaltenen Grössen übersichtlich zusammenstellen und die auf die Einheiten der gesunden Gegenstücke bezogenen Verhältnisswerthe hinzufügen. Bringt man die gleichzeitig operirten Thiere in eine Klasse, so hat man:

Zeit der Nervendurchschneidung.	Nummer der Beobachtung in §. 4.	Zeit seit der Nervendurchschneidung in Tagen.	Theil.	Gewicht in Grm. Gesund.	Gewicht in Grm. Krank.	Verhältnisswerth des kranken Theiles, das Gewicht d. gesunden zur Einheit genommen.
A. den 8. Novbr.	II.	124	Wadenmuskel	0,56	0,55	0,98
	III.	148	Wadenmuskel	0,57	0,54	0,95
	XVII.	221	Wadenmuskel	0,155	0,55	0,36
			Oberschenkelbein	0,115	0,120	1,05
			Schienbein	0,130	0,135	1,04
	XVIII.	221	Enthäutetes Unterschenkel-Fusspräparat	1,120	0,960	0,86
			Wadenmuskel	0,145	0,060	0,52
			Schienbein	0,190	0,195	1,03
	XIX.	222	Mit Haut überzogenes Unterschenkel-Fusspräparat	1,31	1,035	0,79
			Wadenmuskel	0,130	0,080	0,62
			Oberschenkelbein	0,195	0,195	1,00
			Schienbein	0,190	0,195	1,03
B. den 10. Januar	IV.	92	Wadenmuskel	0,50	0,50	1,00
	X.	131	Wadenmuskel	0,32	0,31	0,97
	XV.	150	Unterschenkel-Fusspräparat, enthäutet	0,68	0,66	0,97
C. den 12. Januar	V.	96	Wadenmuskel	0,28	0,27	0,97
	VIII.	122	Wadenmuskel	0,31	0,31	1,00
	XVI.	155	Unterschenkel-Fusspräparat	1,615	1,340	0,83
	XXII.	168	Wadenmuskel	0,16	0,125	0,78
D. den 18. April	IX.	29	Wadenmuskel	0,20	0,18	0,90
	XI.	34	Nicht enthäutetes Unterschenkel-Fusspräparat	0,75	0,66	0,88
	XII.	39	Enthäutetes Unterschenkel-Fusspräparat	1,285	1,235	0,96
	XIV.	49	Enthäutetes Unterschenkel-Fusspräparat	0,68	0,66	0,97
E. den 18. Mai	XIII.	15	Enthäutetes Unterschenkel-Fusspräparat	1,12	1,07	0,96
	XX.	33	Wadenmuskel	0,15	0,14	0,93
	XXI.	35	Wadenmuskel	0,22	0,195	0,90
	XXIII.	42	Wadenmuskel	0,10 (amputirt)	0,075	0,75
	XXIV.	45	Enthäutetes Unterschenkel-Fusspräparat	1,355	1,155	0,86
			Wadenmuskel	0,185	0,145	0,78
			Oberschenkelbein	0,230	0,235	1,02
			Schienbein	0,235	0,230	0,98

Die Zahlen bestätigen zunächst den bekannten Satz, dass die grösste Abnahme auf die Muskeln fällt. Diese bestimmen daher den Gesammtverlust des Unterschenkels und des Fusses aus doppeltem Grunde, wegen ihrer absolut grossen Masse und ihrer relativ starken Verkleinerung. Die Knochen lieferten häufig den Fall, dass der des kranken Beines etwas schwerer als der des gesunden war. Beide besassen die gleichen Längen. Ich habe die Frösche der Beobachtungen XVIII, XIX u. XXII skelettiren lassen. Selbst ein anatomisch geübtes Auge würde nicht im Stande sein, zu sagen, an welcher Seite das Hüftgeflecht durchschnitten war. Das Becken bot keine irgend merkliche Asymmetrie dar.

Die Muskeln amputirter Glieder pflegen abzumagern, auch wenn sie ziemlich stark gebraucht werden. Man sieht aus der XXIII. Beobachtung, dass der Wadenmuskel des gelähmten Beines nur 3/4 des Gewichtes des Wadenmuskels des amputirten Gliedes besass.

Die Gesammttabelle lehrt ferner, dass sich die Abmagerung nicht bloss nach der Zeit, sondern auch nach der Mannigfaltigkeit der Nebenverhältnisse richtet. Die Veränderung greift im Allgemeinen im Winter langsamer, als im Sommer durch.

Obgleich die Wirkungen des Entzündungsprocesses in Fröschen denen der Säugethiere bedeutend nachstehen, so lehrt doch schon die an den Durchschnittsenden der Nerven vorkommende Knollenbildung, dass die Ausschwitzungen keinesweges, wie manche Schriftsteller hin und wieder behaupteten, gänzlich mangeln. Dasselbe wird durch den Vernarbungsprocess der Haut und der Muskeln bestätigt. Die frühere Wunde kann so gut verheilt sein, dass man ihre Spur selbst unter der Lupe nicht erkennt. Die Haut reisst aber selbst dann noch im Anfange unter dem Einflusse des Zuges leichter und mit ganz scharfen Rändern ein, wo sie einst mit der Scheere getrennt worden war.

3. Reizbarkeit.

Die Anordnung, der ich mich zur Prüfung der Empfänglichkeit für elektrische Erregungen bediente, war mir schon bei einer anderen Gelegenheit nützlich gewesen. Die meisten Schriftsteller suchten die Zuckungsgesetze an galvanischen Froschpräparaten zu verfolgen. Nobili*) erhielt auf diese Art doppelte Wirkungen, eine Schliessungs- und eine Oeffnungs-

*) Nobili in den Annales de Chimie et de Physique. Tome XLIV. Paris. 1830 S. p. 67.

zuckung unter den günstigsten Bedingungen und bei dem Gebrauche eines Kupfer-Platinbogens. Leitete er die Ströme durch die Muskelmassen selbst, so gaben schwache Erregungen gar keine Wirkungen und stärkere entweder eine blosse Schliessungs- oder überdiess noch eine schwache Oeffnungszuckung*).

Da der Nerv durch die Herstellung eines galvanischen Präparates selbst bei der grössten Vorsicht misshandelt wird, so lag die Vermuthung nahe, dass sich hierdurch seine Wirkung ändert. Ich suchte daher den Nerven des lebenden Thieres zu prüfen. Eine einfache Anordnungsweise erfüllt alle hierzu nöthigen Bedingungen.

Man spannt den Frosch in der Luft schwebend in dem oben erwähnten Rahmen aus. Die eine Elektrode einer Batterie, die aus zwei kleinen mit verdünnter Schwefelsäure geladenen Zinkkohlenelementen zusammengesetzt ist, führt zu einem Ende eines Moderators, dessen Kupferdrähte beliebig verschoben werden können und der mit Wasser oder, wenn man grössere Widerstände braucht, mit Weingeist gefüllt ist. Die Glasröhre des Rheostaten besitzt eine Skale zur näheren Orientirung. Der zweite Kupferdraht desselben verbindet sich mit einem Stromwender oder einer Wippe. Von ihr kommt ein Draht, dessen in eine Nadel auslaufendes Ende dicht über dem Kniegelenke des lebenden Frosches etwas nach innen zu eingestochen ist. Die zweite Elektrode der Batterie trägt eine Nadel, die in dem oberen Theile des Oberschenkels befestigt wird.

Die Ströme, welche diesen durchsetzen treffen die Muskelmassen und den Hüftnerven. Man hat also ein zwiefaches Erregungsgebiet. Antwortet zugleich die Muskulatur des Unterschenkels und des Fusses, so geschieht dieses bei schwachen oder mässigen Strömen dadurch, dass der Oberschenkeltheil des Hüftnerven neuroelektrisch erregt worden. Der Unterschenkel und der Fuss lehren also, was die Reizung des lebenden Nerven und der Oberschenkel, was die Ansprache von Nerv und Muskel zugleich zur Folge hat.

Dieses Prüfungsverfahren gab als beständiges Resultat, dass die Zusammenziehungen nur bei der Schliessung und nicht bei der Oeffnung der Kette auftreten, der Strom mochte in centraler oder in peripherischer Richtung dahin gehen, er mochte die Muskeln und die Nerven durchsetzen oder nur den Bewegungsnerven anregen. Ich sprach es daher aus, dass das

---

*) Nobili a. a. O. p. 83.

Zuckungsgesetz des lebenden Nerven (für schwache und für mässige Ströme) darin bestehe, dass man nur Schliessungs- und keine Oeffnungszuckungen bei jeder der beiden Stromesrichtungen erhält. Diese Norm, die später von deutschen und französischen Beobachtern bestätigt wurde, kehrt nicht bloss in den wachen Geschöpfen aller vier Wirbelthierklassen, sondern auch zu den verschiedensten Zeiten des Winterschlafes der Murmelthiere wieder.

Gebraucht man starke Ströme, so erhält man häufig doppelte Wirkungen, wobei vermuthlich die durchgreifendere Elektrolyse eine bedeutende Rolle spielt. Denn oft erzittern auch die Muskeln, vorzüglich des Oberschenkels, während der Dauer des Kettenschlusses. Die einzelnen Thiere weichen jedoch in dieser Hinsicht von einander ab. Ich fand scheinbar kräftige und lebhafte Frösche (in der Mitte des Sommers), die schon Schliessungs- und Oeffnungszuckungen lieferten, wenn man acht der kleinen oben beschriebenen, mit Schwefelsäure geladenen Zink-Kohlenelemente gebrauchte. Andererseits hatte Hipp eine Batterie von 100 parallipipedischen Zink- und eben so vielen Kohlenplatten von 14 Centimeter Breite aufgebaut. Die Elemente waren mit verdünnter Schwefelsäure bis zu einer ungefähren Höhe von 17 Centimeter geladen und neben einander d. h. so verbunden, dass sie 20 Elementen von einer fünf Mal so grossen Oberfläche entsprachen. Als Hipp und Wild Beobachtungen mit dieser Batterie anstellten, prüfte ich auch zwei Frösche auf die geschilderte Weise. Die in den Oberschenkeln haftenden Nadeln erzeugten nach dem Schlusse ein durch Elektrolyse und Gasaustritt bedingtes heftiges Kochen an der Haut, und verbrannten diese und die darunter liegenden Weichgebilde in einer merklichen Ausdehnung. Ich konnte dessen ungeachtet in einem Thiere drei und in einem anderen zwei Mal öffnen und schliessen, ohne dass sich eine Abweichung von dem Zuckungsgesetze des lebenden Nerven verrieth. Man hatte aber in der Folge doppelte Wirkungen. Die Oeffnungszuckungen waren dann schwächer, als die Schliessungszuckungen. Dasselbe ergab sich bei dem Gebrauche einer Batterie von 8 grossen mit Salpetersäure und Schwefelsäure geladenen Bunsen'schen Elementen. Ein sehr grosser grüner Grasfrosch, der mit 60 der zuerst genannten Elemente geprüft wurde, lieferte von vorn herein starke Schliessungs- und schwächere Oeffnungszuckungen und antwortete in dieser Weise in allen folgenden Versuchen, man mochte die Elemente neben einander zu 20 Elementen von dreifacher Oberfläche oder hinter einander zu 60 Elementen von einfacher Oberfläche

verbinden. Die Hinterbeine waren im Anfange nach dem Versuche gelähmt. Der Willenseinfluss kehrte aber nach einiger Zeit vollständig wieder. Starke Grove'sche Batterien habe ich bis jetzt nicht angewendet.

Die Verkürzung, welche bei dem Oeffnen kräftiger Combinationen zum Vorschein kommt, besteht nicht in Reflexbewegungen, die durch Empfindungsnerven erregt werden. Sie erscheint auch in allen drei Abtheilungen eines Gliedes, dessen Hüftgeflecht man durchschnitten hat, und zwar bei jeder der beiden Stromesrichtungen.

Man könnte auf den ersten Blick glauben, dass sich durch allmälige Abschwächung des Stromes entscheiden liesse, ob die gemischte Zuckung im Oberschenkel oder die neuroelektrische in dem Unterschenkel und dem Fusse früher aufhöre. Entfernt man die Kupferdrähte des Moderators immer weiter von einander, so gelangt man zu einer Stromschwäche, bei der man eben noch die letzten Wirkungen wahrnimmt. Es kommt häufig vor, dass sich der Unterschenkel und der Fuss lebhaft im Augenblicke des Schliessens der Kette bewegen, ohne dass man Zuckungen in den Oberschenkelmuskeln durch die Haut wahrnimmt. Man sieht aber auch hin und wieder das Umgekehrte. Die Muskelbündel längs der ganzen Ausdehnung des Oberschenkels oder nur die in der Nachbarschaft der einen Nadel, vorzüglich der oberen zittern, während sich alles Uebrige ruhig verhält. Die ganze Wirkung besteht endlich in seltenen Fällen in einer geringen Bewegung der Zehen. Alle diese verschiedenen Ergebnisse und ganz negative Erfolge können im Laufe weniger Minuten auftreten, ohne dass der Stand des Moderators verändert worden. Eine Zahl negativer Resultate schaltet sich häufig zwischen zwei Reihen positiver ein, ohne dass man hierbei eine Spur von Gesetzmässigkeit wahrnimmt.

Diese einen jeden sicheren Schluss hindernde Unregelmässigkeit ist in mehreren Ursachen begründet. Eine liegt in der Vorrichtung selbst. Die Stärke der Zuckung steigt und fällt unter den gewöhnlichen Verhältnissen nicht mit dem Werthe der angewandten Stromstärke. Sie hängt von der Grösse der Dichtigkeitsänderung der den Nerven durchfliessenden Elektricität während der Dauer des Schliessens oder des Oeffnens ab. Dass auf diese Weise die Geschwindigkeit oder der zeitliche Wechsel die Grösse der Zusammenziehung bestimmt, ist schon von Nobili*) erkannt worden. Nun gibt

*) Nobili a. a. O. p. 73.

es keine Art des Schliessens oder der Oeffnung, bei der wir die Zeitverhältnisse genau gleich herstellen und die Dauer mit solcher Sicherheit überwachen können, als es die Empfindlichkeit der Nerven fordert. Bedient man sich auch des Quecksilberschlusses, der hier immer dem durch feste metallische Leiter vorzuziehen ist, so kann man doch nie die Verbindung in einem unmerklich kleinen Zeittheilchen und auf ein Mal herstellen. Da der schliessende Körpertheil der Quecksilberoberfläche nicht congruent ist und nicht gleichzeitig mit allen seinen Punkten der Endfläche eingeführt wird, so besteht jede Schliessung aus einen ersten Momente, in dem die durchgehende Elektricitätsmenge von Null bis zu einer bestimmten Grösse ansteigt und einer Reihe späterer Zeiten, die Schwankungen innerhalb eines gewissen Spielraumes positiver Werthe darbieten. Die Oeffnung zeigt das Umgekehrte. Da aber diese nicht zu berechnenden Verschiedenheiten der Abgleichung von einem Versuche zum anderen wechseln, so rechnet man hier mit einer Reihe unbestimmbarer Factoren und darf daher auch keine zuverlässigen Ergebnisse erwarten. Dieses erhellt schon daraus, dass oft ein schwächerer Strom kräftigere Antworten hervorruft, als ein stärkerer.

Ich schloss im Anfange den Kreis von freier Hand mittelst einer Wippe, deren Löcher mit gewöhnlichem bestaubtem Quecksilber gefüllt waren. Ich nahm später ein Secundenpendel, befestigte an seinem unteren Ende einen spitzen Eisendraht und liess dessen Spitzentheil bei den Schwingungen des Pendels durch die Kuppe einer Säule von Quecksilber gehen, das ich unmittelbar vorher mit verdünnter Salpetersäure gereinigt, getrocknet und filtrirt hatte. War der Strom stark genug, so fiel jedes Mal eine Zusammenziehung des Unterschenkels und des Fusses auf einen Durchgang des Pendels durch das Quecksilber. Schwächte ich dann den Strom in hinreichendem Grade ab, so kehrten auch hier die verwirrenden Unregelmässigkeiten eben so gut wieder, als bei der Schliessung von freier Hand. Schon dieses musste mein Vertrauen in solche Rheostatenversuche, wie sie in neuerer Zeit angestellt werden, erschüttern, besonders wenn man über Reizbarkeitsverhältnisse an Nerven von galvanischen Präparaten urtheilen wollte.

Eine andere Quelle der Unregelmässigkeit liegt in dem Thiere selbst, vorzüglich wenn man schon früher eine Reihe von Versuchen mit stärkeren Strömen angestellt hat. Man sieht dieses am deutlichsten, so wie man den Magnetelektromotor gebraucht. Entfernt man immer mehr die Inductions

rolle von der inducirenden, so findet man auch hier eine Grenze der Wirksamkeit. Die Ergebnisse, das Ausbleiben oder der Eintritt von Verkürzungen in den verschiedenen Theilen, zeigen dann oft die grösste Unregelmässigkeit unter scheinbar gleichen Nebenbedingungen.

Man könnte auf den ersten Blick glauben, dass man die durch den Moderator bis auf ein Minimum der Wirksamkeit herabgebrachten Ströme zum Vergleiche der Reizbarkeitsverhältnisse der beiden Beine gesunder Thiere vortheilhafter gebrauchen könnte. Steckt man die einfache Nadel der einen Elektrode in der Haut am Ende des Schwanzbeines so genau, als es angeht, in der longitudinalen Mittellinie ein und befestigt die beiden anderen über den zwei Kniegelenken symmetrisch, so hätte man eher ein Recht übereinstimmende Wirkungen in kräftigen und gesunden Thieren zu erwarten, weil hier natürlich nicht zwei auf einander folgende Versuche, sondern der doppelte Ausdruck eines Eingriffes verglichen wird, mithin die Art der Schliessung oder der Oeffnung gleichgültig ist. Ein anderes Bedingungsglied bleibt hier zweifelhaft. Eine vollkommene Gleichheit der Leitungswiderstände ist wahrscheinlich nie vorhanden. Da ich die Gabelelektroden von ungefähr gleicher Länge desselben Drahtes nahm, so schwand der etwa hierdurch bedingte Unterschied im Leitungswiderstande der beiden Aeste vor den in den thierischen Geweben. Man kann nun nie wissen, welche Ungleichheiten in dieser Hinsicht die zwischen den Nadeln befindlichen Schenkelstücke darbieten. Mit einem Worte, man muss im Allgemeinen den ungünstigen Fall voraussetzen, dass die Stromstärke in den Theilen des doppelten Bogens, welche durch die Gewebe des Frosches gebildet werden, nicht vollkommen dieselbe, folglich auch die Abgleichungen bei der Congruenz der Schliessungs- und der Oeffnungszeiten verschieden sein werden.

Arbeitet man mit mittelstarken oder wenigstens nicht mit allzu schwachen Strömen, so bemerkt man den Einfluss dieses Unterschiedes weder an gesunden noch an kranken Fröschen, so lange man nicht die Nutzwirkung der Muskeln genauer bestimmt. Gebraucht man hingegen Ströme, die man durch den Moderator auf das Minimum der Wirkung abgeschwächt hat, so können kleine Verschiedenheiten der Leitungswiderstände zu dem Irrthume verleiten, dass der eine Schenkel empfänglicher als der andere sei. Die Unsicherheit wird aber noch dadurch vergrössert, dass eine Reihe unbekannter Bedingungen, die in den thierischen Theilen selbst liegen, die Antwort bestimmt. Die von den Ungleichheiten der Leitungs-

widerstände herrührenden Erscheinungen müssten natürlich bei dem gewöhnlichen Untersuchungsverfahren während der ganzen Versuchszeit beständig bleiben, d. h. das eine Bein müsste immer oder wenigstens eine Zeit lang als das empfänglichere erscheinen. Man sieht aber oft genug das Gegentheil. Die stärkere Antwort tritt bald in dem rechten, bald in dem linken Hintergliede auf, wenn auch beide unmittelbar vorher ungefähr gleich befeuchtet worden. Man begegnet nicht selten den sonderbarsten Wirkungsweisen. Ich hatte die Kette mittelst des Moderators auf das Minimum der Wirksamkeit herabgebracht und erzeugte die Schliessung und die Oeffnung mittelst des oben erwähnten Pendels. Ein kräftiger und sehr lebhafter grüner Grasfrosch lieferte nun die Eigenthümlichkeit, dass der centrifugale Strom nur lebhafte Bewegungen in allen drei Abtheilungen des linken und gar keine kenntliche im rechten Beine hervorrief und der centripetale umgekehrt die Muskeln des rechten stark und die des linken gar nicht erregte. Dieser Unterschied liess sich durch den Polwechsel der Kette mehr als eine halbe Stunde lang, so oft man wollte, wiederholen und blieb durchaus unverändert, nachdem man die kräftigen Schläge des Magnetelektromotors eine Zeit lang durchgeleitet hatte.

Obgleich diese Uebelstände den Gebrauch schwacher Ströme in hohem Grade beschränken, so eignen sich diese doch bei passender Einrichtung, die Schwankungen der Reizbarkeit des durchschnittenen Nerven im lebenden Thiere von Tag zu Tag zu verfolgen. Man befestigt die Nadeln der einfachen und der Gabelelektrode in der früher angegebenen Weise und entfernt die Inductionsrolle des Schlittenapparates so weit von der inducirenden, dass man keine Wirkung in beiden Schenkeln erhält. Nun nähert man jene vorsichtig bis der erste Erfolg zu Stande kommt. Eine Verschiebung um einen oder mehrere Millimeter bedingt dann sehr auffallende Unterschiede.

Hat man unmittelbar vorher das Hüftgeflecht mit einer gewöhnlichen Scheere durchschnitten, so dass die Muskeln des Hinterbeines zuckten, so wird man bisweilen finden, dass dieses in seiner Empfänglichkeit dem gesunden Gliede merklich nachsteht. Ganz anders verhält sich in der Regel die Sache am folgenden Tage. Man hat hier eine Stellung der Inductionsrolle, in der die schwachen durch neuroelektrische Reizung erzeugten Zuckungen des kranken Fusses verhältnissmässig starke Schwingungen in dem Bindfaden, durch den er aufgehängt ist, erzeugen, während sich der des gesunden vollkommen ruhig verhält. Verstärkt man die Schläge in geringem

Grade, so erhält man lebhafte Verkürzungen in dem gelähmten und weit schwächere in dem gesunden Gliede. Dieser Anschlag zu Gunsten des durchschnittenen Nerven, der noch eine Reihe von Tagen beobachtet wird, erhält sich im Winter länger als im Sommer*). Derselbe Unterschied wiederholt sich für das gänzliche Verschwinden der Empfänglichkeit für die stärksten Schläge des Magnetelektromotors. Der Nerv bietet aber diesen Grad von Erregungslosigkeit dar, wenn sich der Markinhalt seiner Primitivfasern am Ende der ersten oder auf dem Uebergange zur zweiten Stufe der Entartung befindet, wenn jener also noch nicht unterbrochen ist. Er reagirt nach dem Zuckungsgesetze des lebenden Nerven, so lange er seine Empfänglichkeit beibehält. Ein im Mai operirter Frosch, der 54 Tage später mit der oben erwähnten aus 60 Elementen bestehenden Zink-Kohlenbatterie geprüft wurde, gab doppelte Wirkungen, die aber weit schwächer als im gesunden Schenkel waren. Die Oeffnungszuckung blieb bisweilen bei dem centripetalen Strome aus oder war unbedeutender, als bei centrifugalem. Dieser immer wiederkehrende Unterschied änderte sich nicht, man mochte die Elemente neben oder hinter einander verbinden.

Obgleich ich einzelne Frösche mehr als acht Monate am Leben erhielt, so verkürzten sich doch noch immer die Muskeln des gelähmten Gliedes, wenn die Inductionsströme ihre Masse durchsetzten. Man kann aber in ihnen eine Abnahme der Reizbarkeit ziemlich frühzeitig bemerken, wenn man den Versuch wie bei der Prüfung des Nerven anstellt und nur die Nadeln der Gabelelektroden in oder an dem Fusse befestigt. Es zeigt sich dann häufig, dass sich nur die Muskeln des gesunden Beines oder diese auffallend stärker als die des kranken zusammenziehen. Die Verkürzung ist in dem letzteren nicht bloss schwächer, sondern auch langsamer. Der Geschwindigkeitsunterschied tritt am deutlichsten hervor, wenn die Muskeln einen Theil ihrer Empfänglichkeit einige Zeit nach dem Tode verloren haben. Die Art, wie sie sich dann in dem gelähmten Beine zusammenziehen, erinnert an die trägen und gleichsam zähen Verkürzungen, welche ein bis in die Nähe des Gefrierpunktes abgekühltes Froschpräparat darbietet und die wir ja auch an unsern Gesichtsmuskeln in heftiger Winterkälte bemerken.

---

*) Vgl. schon M. Schiff: Lehrbuch der Physiologie. Bd. I. Lahr 1858. 8. S. 112 und 174.

Es kommt vor, dass die Muskeln des gelähmten Theiles länger nach dem Tode für elektrische Erregungen empfänglich bleiben, als die gesunden. Man sieht dieses oft, wenn man das Ganze von Haut bedeckt in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume aufbewahrt. Hatte ich dagegen beide Unterschenkel-Fusspräparate, von Haut entblösst am Galvanometer verglichen, so bildete es die Regel, dass sich die Empfänglichkeit für elektrische Schläge in den gesunden Muskeln länger erhielt oder lebhafter blieb, als in den kranken. Diese Erscheinung änderte sich meist nicht, wenn auch die Präparate nur für kurze Zeit entblösst und dann wieder ihr Hautüberzug baldmöglichst hinübergestülpt worden. Da die kranken Muskeln schwächer sind, mithin absolut genommen weniger zu verlieren haben, so scheinen sie auch heftiger eingreifenden äusseren Schädlichkeiten eher zu unterliegen. Sie widerstehen hingegen mit der der Armuth eigenen Zähigkeit geringeren, aber anhaltendern nachtheiligen Aussenbedingungen.

4. Wärme.

Man weiss, dass die gelähmten Glieder der warmblütigen Geschöpfe unter gewissen Bedingungen wärmer und nicht kälter als die gesunden erscheinen. Die Gefässnerven, deren centrale mittelbare oder unmittelbare Fortsetzungen wir im Gehirn oder im Rückenmarke angreifen können, spielen hierbei eine wesentliche Rolle. Ihre Durchschneidung erzeugt wahrscheinlich Ernährungsbedingungen, welche die Wärme erhöhen, die Lähmungsruhe dagegen solche, die sie herabsetzen. Da die Summe dieser zwei entgegenstehenden Wirkungen über das Ergebniss unserer Messung unter gleichen Abkühlungsbedingungen entscheidet, so lässt sich einsehen, wie die Menge der durchschnittenen Gefässnerven und die Einflussgrösse derselben bestimmen, ob das gelähmte Glied unter sonst gleichen Aussenverhältnissen wärmer oder kälter als das gesunde erscheint. Es kann daher nicht befremden, wenn z. B. die Resultate an den einzelnen Abtheilungen der Extremitäten scheinbar entgegengesetzt mit der Verschiedenheit der Nervenverletzungen ausfallen.

Die Beobachtungen, welche Breschet und Becquerel*) mit dem Thermomultiplicator anstellten, bestätigten, dass die Muskelzusammenziehung eines lebenden Menschen oder Säuge-

*) Breschet und Becquerel in den Annales des sciences naturelles. Zoologie. Seconde Série. Tome III. 1834. p. 260 flg.

thieres eine Temperaturerhöhung herbeiführt. Helmholtz*) wies nach, dass man diese Wärmeerzeugung auch in den Oberschenkelmuskeln getödteter Frösche, durch die kein Blut mehr strömt, beobachten kann. Tetanisire ich den obersten Theil des Rückenmarkes eines enthaupteten Frosches, dessen linkes Hüftgeflecht ich vorher durchschnitten und der die zur Ausgleichung der Temperatur nöthige Zeit unter den in §. 2. erwähnten Vorsichtsmassregeln ausgespannt geblieben, so zeigt sich sogleich ein Ausschlag der Nadel zu Gunsten der verkürzten Oberschenkelmuskeln. Er steigt bisweilen bis auf $0^0,3$ C. nach einer bis zur Erschöpfung fortgesetzten Behandlung mit den Inductionsschlägen, wenn die umgebende Luft 16^0 bis 20^0 C. hat. Wiederholt man den Versuch nach einiger Erholungszeit, so kann man die Temperatur des noch wärmer gebliebenen Oberschenkels ferner steigern. Dieses gelingt in günstigen Fällen 4 bis 5 Mal. Man findet später, dass sich die verhältnissmässig höhere Wärme der Muskeln, die verkürzt waren, lange erhält. Wir dürfen hierbei nicht übersehen, dass die Temperatur der Innentheile des Oberschenkels der Frösche wenig von der der Umgebung abweicht. Da die Newton'sche Voraussetzung, dass die Erkaltungsgeschwindigkeit dem Wärmeunterschiede proportional sei, für niedere Grade, wie 16^0 bis 20^0 C. annähernd richtig ist, so erklärt sich hieraus jene Zähigkeit, mit welcher der eine Oberschenkel seinen Wärmeüberschuss bewahrt. Wir haben schon oben gesehen, dass zwei Wassermassen zu demselben Ergebnisse unter ähnlichen Bedingungen führen.

Vergleichen wir die Wärme des gelähmten und die des gesunden Oberschenkels im ruhenden Zustande, so werden wir einen sicheren Schluss machen, so wie der Ausschlag der Nadel zu Gunsten der kranken Gewebe spricht. Zeugt er hingegen für die gesunden, oder fehlt jeder Unterschied, so bleibt die Möglichkeit offen, dass frühere Muskelverkürzungen einen noch nicht ausgeglichenen Wärmeüberschuss hinterlassen und so den Grund zu einem Täuschungsresultate gelegt haben.

Die Prüfungen, welche auf die früher geschilderte Weise vorgenommen wurden, lieferten meistentheils so bedeutende Ausschläge der Multiplicatornadel, dass diese nicht von zufälligen Nebenverhältnissen herrühren konnten. Ich verzeichne die entsprechenden Temperaturgrade, um die Grösse des Unterschiedes dem Leser deutlicher zu machen. Es ergibt sich aus dem Früheren, dass die Zahlen nur einer ersten Annäherung

---

*) Helmholtz in Müller's Archiv. 1848. S. 158 flg.

entsprechen. Ihre Unrichtigkeit beträgt jedoch weniger als $^1/_{10}{}^0$ C. Die Grössen der Einzelwerthe sind übrigens für den Hauptschluss gleichgültig.

Es fand sich:

Zeit der Nervendurchschneidung.	Nummer der Beobachtung.	Zeit seit der Nervendurchschneidung in Tagen.	Annähernder Wärmeunterschied der Innentheile der Mitten beider Oberschenkel in C⁰. Zu Gunsten des	
			gesunden Gliedes.	kranken Gliedes.
A. den 8. Nov.	II.	124	—	$0^0,15$
	XVIII.	221	—	$0^0,04$
B. den 10. Jan.	IV.	92	0	0
	X.	131	0	0
C. den 12. Jan.	V.	96	—	$0^0,28$
	XVI.	155	—	$0^0,20$
D. den 18. April	IX.	29	$0^0,13$	—
	XI.	34	—	$0^0,10$
	XII.	39	$0^0,07$	—
E. den 18. Mai	XXI.	35	—	$0^0,63$
	—	46	—	$0^0,21$
	—	48	—	$0^0,48$
	—	62	—	$0^0,30$

Man sieht, dass meist die Gewebe des gelähmten Oberschenkels wärmer, als die des gesunden waren. Um vor Täuschungen, die durch die strahlende Wärme meines eigenen Körpers trotz eines eingeschalteten Schirmes bedingt würden, sicher zu sein, wechselte ich die Stellung des Frosches in den verschiedenen Versuchen, so dass das kranke Glied mir bald zugekehrt, bald abgewandt war. Eben so änderte ich die Ordnung, in der ich die Nadeln einstach. Der grosse Werth, den die XXI. Beobachtung gab, befremdete mich so sehr, dass ich die Wippe nach längeren Zwischenräumen mehrere Mal schloss, ohne dass das Ergebniss wesentlich abwich. Das Thier blieb deshalb länger als zwei Stunden in dem Apparate. Es bewegte sich unmittelbar nach der Befreiung, als wenn nichts vorgegangen wäre.

Bildet die bei der Zusammenziehung frei werdende Wärme eine Function der Stärke der Muskelverkürzung, so lässt sich erwarten, dass die gelähmten Massen hinter den gesunden zurückbleiben werden. Der Prüfung der Richtigkeit dieses

Schlusses stehen grössere Schwierigkeiten entgegen, als man auf den ersten Blick glauben dürfte.

Sollen die beiderseitigen Muskeln bedeutende Unterschiede ihrer Reizempfänglichkeit darbieten, so muss man die Frösche zu einer Zeit untersuchen, in welcher der Oberschenkeltheil des durchschnittenen Hüftnerven für die stärksten Schläge des Magnetelektromotors unempfänglich geworden. Man ist daher genöthigt, die Ströme durch die Muskelmassen selbst zu leiten. Da sich der Schliessungsbogen bei dem Durchgange eines elektrischen Stromes erwärmt, so frägt es sich, ob nicht hierdurch wesentliche Täuschungen in den Versuch eingeführt werden.

Die Wärme des den Kreis schliessenden Leiters ist dem Quadrate der Stromstärke und dem Leitungsvermögen des Ersteren proportional. Ich erzeugte die lebhaftesten Starrkrämpfe, indem ich eines oder zwei der oben erwähnten kleinen Zink-Kohlenelemente mit Salzwasser oder mit verdünnter Schwefelsäure zur Erregung gebrauchte und die Inductionsrolle von der inducirenden so weit entfernte, dass sie diese höchstens in der Ausdehnung von wenigen Centimetern berührte. Die unter diesen Verhältnissen schwachen Ströme lieferten daher keinen günstigen Boden für die Wärmeentwickelung. Die feuchten Gewebe des Oberschenkels bilden hier einen Theil des Bogens. Joule und E. Becquerel nehmen nach ihren Erfahrungen dieselben Gesetze für Elektrolyte, wie für Leiter erster Klasse an, nur dass natürlich noch die durch die chemische Zersetzung bedingte Wärme in Betracht kommt. Ich finde dagegen eine ältere Angabe von de la Rive*), nach der die Erwärmung geringer wäre, wenn die Ströme durch die Flüssigkeit in abwechselnd entgegengesetzten Richtungen geleitet werden. Hiernach sollte eine geringere Erwärmung durch die Inductionsströme des Magnetelektromotors zu Stande kommen.

Ich spannte ein kräftiges, frisch eingefangenes Exemplar von Rana esculenta in dem früher erwähnten Rahmen aus, stach je eine Neusilber-Eisennadel durch einen Oberschenkel und überzeugte mich 95 Minuten später, dass die Muskeln desselben nicht ganz gleiche Wärmemengen darboten, nachdem ich die Nadel der einen Elektrode des Magnetelektromotors in der Gegend des Schwanzbeines und die beiden anderen Nadeln der Gabelelektrode an den Füssen befestigt und so

---

*) Beetz in dem Repertorium der Physik. Bd. VIII. Berlin 1849. S. S. 317.

die Inductionsschläge durch die ganze Masse der Hinterbeine geleitet hatte. Nun wurde das Thier mit Aetherdampf getödtet und über Nacht an einem Orte aufbewahrt, an dem der Aether frei verdunstete. Nachdem ich mich am folgenden Tage von der völligen Reizlosigkeit der Muskeln für die stärksten Schläge des Magnetelektromotors überzeugt hatte, stach ich die eine Löthstelle durch den Oberschenkel und brachte die andere in Wasser, das sich in einem von einem Holzcylinder umgebenen Glase befand. Als ich 43 Minuten später die Wippe schloss, ging die Nadel zu Gunsten des Wassers an die Hemmung und blieb zuletzt auf $54^1/_2{}^0$ stehen. Sie zeigte 54^0, nachdem die Inductionsschläge eine Minute und $54^1/_2$ nachdem sie fünf Minuten lang durchgeführt worden. Eine Doppelschwingung der Nadel forderte 60 Secunden vor und nach der Durchleitung der Ströme durch die Schenkelmasse. Ein Stellungswechsel der Nadel von 54^0 auf 55^0 würde noch nicht 0^0,01 C. entsprochen haben. Man darf daher annehmen, dass die blosse Durchleitung jener schwachen Inductionsschläge durch die Gewebe der Hinterbeine des Frosches keine durch die gebrauchte Einrichtung nachweisbare Wärmemenge entwickelte.

Denken wir uns die einfache Elektrodennadel in der Gegend des Schwanzbeines und je eine der Nadeln der Gabelelektrode dicht über einem Kniegelenke oder in dem Fusse eingestochen, endlich die Argentan-Eisennadeln durch die Mitten der Oberschenkel geführt, so dass deren Spitzentheile unten heraustreten und sich nicht bloss die Löthstellen, sondern auch ein benachbarter Abschnitt der Winkelschenkel zwischen den Muskeln befinden. Der thermoelektrische Kreis bildet unter diesen Verhältnissen eine Art von Nebenschliessung für die die Hinterbeine durchsetzenden Ströme. Ein Zweigstrom geht durch den die beiden Eisenstücke der Thermokette verbindenden Eisendraht und eben so ein anderer durch den Multiplicatordraht von dem rechten nach dem linken Oberschenkel und ein zweiter von diesem zu jenem. Man kann hieraus schliessen, dass die Nadel ruhig bleiben wird, so lange sich keine durch Wärmeunterschiede bedingte einseitigen Wirkungen geltend zu machen vermögen. Stimmt die Stromstärke in beiden Oberschenkeln überein, so sind die Zweigströme überall gleich und entgegengesetzt. Die Wärme oder Kälte, die nach Peltier bei dem Uebergange des Stromes von einem Metalle zum anderen erzeugt wird, bietet ebenfalls keine Unterschiede dar. Während der bei Ungleichheit der Leitungswiderstände entstehende Differentialstrom an und für sich die Galvanometernadel aus den oben angeführten Gründen nicht ablenken wird, ist hier das Feld

für eine stärkere Erwärmung des einen thermoelektrischen Elementes eher geöffnet. Ahmt man die Verhältnisse mit parallelipedischen Wasserbehältern, wie man sie zur Untersuchung der Fluorescenz braucht, nach, so kann man eine starke Ablenkung durch die Wirkung von acht kleinen mit Schwefelsäure geladenen Elementen erhalten. Dass hier der Thermostrom thätig ist, erhellt daraus, dass die Ablenkung auch dann wiederkehrt, wenn man die Inductionsschläge des Magnetelektromotors, der mit jener Batterie getrieben wird, anwendet. Alle Nadelbewegung fehlt aber auch in diesem, wie in dem ersten Falle bei dem Gebrauche von schwachen Ketten- oder von mässigen Inductionsströmen.

Da nur die letzteren zur Tetanisation der Muskeln gebraucht werden, so hat man keinen Irrthum zu befürchten, wenn man auch den Thermokreis während der Erregung der Muskelmassen geschlossen hält. Man überzeugt sich auch, dass dabei die Astasie der Nadel nicht gefährdet wird. Als die kräftigen Schläge des Magnetelektromotors durch den Schenkel des oben erwähnten todten Frosches gingen, blieb die Wippe geschlossen. Die Nadel brauchte aber 60 Secunden zu einer Doppelschwingung nach, wie vor dem Versuche. Ich habe sogar noch dasselbe bei einer Schwingungsdauer von 70 Secunden wahrgenommen.

Die Wiederholung des Schlusses des thermoelektrischen Kreises gab mir in der Regel nicht einen Grad Ablenkungsunterschied, wenn die Wärme beständig blieb. Da sich jedoch auch die Leitungswiderstände des Bogens durch ungleiches Eintauchen der verquickten Kupferdrähte in das Quecksilber von einem Versuche zum anderen möglicher Weise ändern, so ist es immer bei der Verfolgung geringer Wärmeunterschiede sicherer, den Thermokreis während des ganzen Vergleichsversuches geschlossen zu lassen. Ich habe bisweilen mehr als 12 Versuche der Art hinter einander angestellt, ohne dass eine irgend merkliche Abnahme der Astasie zum Vorschein kam.

Befolgt man dieses Verfahren, so sieht man in der Regel, dass die Nadel, die meist ihre Gleichgewichtslage unter einem grösseren oder kleineren Ablenkungswinkel wegen des Wärmeunterschiedes der beiden Oberschenkel eingenommen hat, ruhig bleibt, während die Ströme die beiden Hinterbeine erregen. Hat man die Verbindung mit dem Magnetelektromotor aufgehoben, so beginnt sie im Sinne des dem Wärmeüberschusse entsprechenden Stromes auszuweichen. Es kommt nur ausnahmsweise vor, dass die Bewegung schon früher anfängt.

Man findet in diesen Versuchen häufig, dass die grössere

von der Verkürzung abhängende Erwärmung dem gesunden Gliede angehört, wenn auch früher das kranke das wärmere war und es selbst noch nach der Zusammenziehung geblieben ist. Ich habe aber auch Beobachtungen, in denen sich das Umgekehrte anhaltend oder vorübergehend zeigte. Drei Prüfungsreihen mögen in dieser Hinsicht zur Erläuterung dienen. Sie betreffen Frösche, die am 18. Mai operirt worden waren.

I. 46 Tage nach der Durchschneidung des Hüftgeflechtes. Eine volle Schwingung der Magnetnadel fordert 65 Secunden.

Zeit.		Absolutwerthe in Graden des Thermomultiplicators. Zu Gunsten des gelähmten Oberschenkels.	
		Erster Ausschlag.	Bleibende Ablenkung.
2 Uhr 15 Min.	Die Thermonadeln eingestochen	—	—
3 Uhr 6 Min.	Beide Schenkel in Ruhe	60°	45°
3 Uhr 9 Min.	Nach 15 Secunden lang anhaltender Erregung mit Inductionsschlägen	65°	47°
3 Uhr 17 Min.	Eben so lange gereizt	68°	48½°
3 Uhr 21 Min.	Eben so lange gereizt	71°	51°
3 Uhr 28 Min.	Eben so lange gereizt	71°	50½°

II. Ein anderer Frosch, 47 Tage nach der Nerventrennung. Empfindlichkeit des astatischen Nadelpaares, wie früher:

Zeit.		Absolutwerthe in Graden des Thermomultiplicators. Zu Gunsten:			
		des gelähmten Gliedes.		des gesunden Gliedes.	
		Erster Ausschlag.	Bleibende Ablenkung.	Erster Ausschlag.	Bleibende Ablenkung.
2 Uhr 18 Min.	Die Thermonadeln eingestochen	—	—	—	—
3 Uhr 8 Min.	Die Schenkel in Ruhe	10½°	6°	—	—
3 Uhr 22 Min.	15 Sec. mit dem Magnetelektromotor gereizt	18°	15½°	—	—
3 Uhr 24 Min.	Eben so lange erregt	8½°	7°	—	—
3 Uhr 26 Min.	Eben so lange erregt	3°	1°	—	—
3 Uhr 30 Min.	Eben so lange erregt	3½°	3°	—	—
3 Uhr 34 Min.	Eben so lange erregt	—	—	4°	½°

III. Ein dritter Frosch, 53 Tage nach der Nervendurchschneidung. Nadel wie früher:

Zeit.		Absolutwerthe in Graden des Multiplicators. Zu Gunsten des gelähmten Schenkels.	
		Erster Ausschlag.	Bleibende Ablenkung.
3 Uhr 5 Min.	Die Thermonadeln eingestochen	—	—
4 Uhr 6 Min.	Die Schenkel in Ruhe	30^0	19^0
4 Uhr 9 Min.	Nach Behandlung mit Inductionsschlägen während 15 Secunden	10^0	12^0
4 Uhr 13 Min.	Eben so lange gereizt	—	28^0
4 Uhr 17 Min.	Eben so lange gereizt	24^0	$27\frac{1}{2}^0$

Die erste Beobachtungsreihe lieferte, wie man sieht, drei Mal hinter einander eine grössere Erwärmung in dem kranken als in dem gesunden Schenkel und erst die vierte Reizung ergab einen unbedeutenden Erfolg im umgekehrten Sinne. Die beiden anderen Versuche führten in dieser Beziehung zu abwechselnden Ergebnissen. Man könnte sie durch die Annahme erklären wollen, dass sich die Muskeln des kranken Schenkels immer stärker zusammenzogen, wenn die Nadel zu ihren Gunsten auswich. Der Augenschein widerlegt aber bisweilen diese Voraussetzung. Hat man die elektrische Erregung schon einige Male wiederholt, so findet man nicht selten, dass sich nur die Muskeln des gesunden Hinterbeines sichtlich verkürzen, wenn man auch unmittelbar darauf einen Wärmeüberschuss zu Gunsten des kranken bemerkt und die Einrichtung des Apparates, mithin die physikalischen Bedingungen unverändert bleiben. Ein zusammengezogener Muskel entwickelt nach Béclard*) mehr Wärme, sobald Widerstände seine Bewegungswirkungen hindern, als wenn diese frei zu Stande kommen. Da die Erfolge in unserem Falle wechselten, obgleich die Befestigungsweise in derselben Beobachtungsreihe beständig war, so kann jener Satz, wenn er auch richtig ist, hier nicht angewendet werden. Es bleibt dahin gestellt, ob die Verschiedenheit der durch ungleiche elektrolytische Zersetzung frei werdenden Wärmegrössen oder was sonst die Ursache jener Wechselerscheinungen bildet.

*) Béclard in den Comptes rendus. Tome L. 1860. 4. p. 471. 472.

5. Elektromotorische Eigenschaften.

Da sich die durchschnittenen Nerven des Frosches denen der Säugethiere und der Vögel ähnlich, nicht aber congruent verhalten, so dürfen die in diesem Paragraphen vorkommenden Bemerkungen nicht ohne Weiteres auf die warmblütigen Geschöpfe übertragen werden. Ich erwähne es daher immer ausdrücklich, wenn ich diese meine.

Man kann natürlich nicht unbedingt angeben, ob ein Nerv vollkommen unempfänglich ist oder nicht. Spreche ich von Reizlosigkeit, so heisst dieses, dass die allmälig bis zur höchsten Stärke gesteigerten Inductionsströme des Schlittenapparates, deren Schläge ein Mensch bei dem Durchleiten durch eine Wunde sogleich unerträglich finden würde, das Anbrennen mit einem glühenden Drahte oder das Anätzen des Hüftnerven mit sogenannter concentrirter Schwefelsäure keine Verkürzung in den Unterschenkelmuskeln oder dem gesonderten Wadenmuskel hervorrief, die sich unmittelbar dem freien Auge oder durch eine Spur von negativer Schwankung des Muskelstromes verrathen hätte.

Die Untersuchung unorganischer Massen gewährt meist den Vortheil der Gleichartigkeit oder wenigstens eines Grades von Ungleichartigkeit, die einen verschwindend kleinen Einfluss auf die in Betracht gezogenen Wirkungen ausübt. Die theoretische Untersuchung kann daher nur ein Element ins Auge fassen und die erhaltene Gleichung über die ganze Ausdehnung integriren. Die experimentelle Prüfung der sich hieraus ergebenden Schlüsse braucht keinen Widerspruch mit den Bedingungen der Wirklichkeit in dieser Beziehung zu fürchten. Der Vortheil geht in den organischen Körpern, die aus einer Menge ungleichartiger mikroskopischer Massen zusammengesetzt sind, verloren. Die Untersuchungen sind daher hier beschränkter, die Folgerungen enger und unsicherer.

Diese Hindernisse machen sich bei der Erforschung der Eigenschaften der entarteten Nerven in vollstem Masse geltend. Man wird kaum bezweifeln, dass die einzelnen Primitivfasern eines gesunden Nerven Verschiedenheiten darbieten, die unseren verhältnissmässig groben Prüfungsmitteln entgehen. Für diese, die noch keiner feineren Massbestimmungen fähig sind, gilt im Allgemeinen ein gesunder Nerv als eine gleichartige Masse, weil jedes aliquote Bündel desselben dieselbe Stromesrichtung, wie das Ganze gibt. Der peripherische entartete Abschnitt eines getrennten Nerven aber enthält oft Primitivfasern der verschiedensten Veränderungsstufen dicht neben einander. Die

Vertheilung derselben in jedem Nervenstamme hängt von individuellen Ernährungsbedingungen ab und lässt sich daher im Voraus nicht angeben. Ueberdies greifen schon, wie wir sehen werden, Aenderungen der elektromotorischen Kräfte ein, wenn die ganz frischen Markmassen noch keine mit Sicherheit kenntliche Abweichungen unter dem Mikroskope zeigen. Man hat mit einem Worte eine Mengung ungleichartiger Elemente, von denen sich weder die Zahl, noch immer die Beschaffenheit mit Zuversicht bestimmen lässt. Die Deutung der uns nur zugänglichen Resultante der Einzelwirkungen bleibt daher in hohem Grade beschränkt.

Wir wollen zuvörderst die wichtigsten die Nerven betreffenden Beobachtungen aus §. 4. in tabellarischer Uebersicht zusammenstellen. Ich gebrauche hierbei der Kürze wegen dieselben Zeichen, wie früher, lasse aber die Andeutungen der in den Ueberschriften genannten Substantive hinweg. Ich schreibe also für den richtigen Nervenstrom nicht R. N., sondern nur R. und für den umgekehrten Elektrotonus U. statt U. Et. Haben auch die Zahlen der Grade, um welche die Multiplicatornadel ausschlug, keinen Masswerth bei der ganzen Natur des Versuchsverfahrens, so können sie doch häufig die Unterschiede, die zwischen dem entarteten und dem gesunden Nerven statt fanden, anschaulich machen. Eine Abweichung, die sich zwischen 0^0 und 15^0 hielt, ist mit 1, eine solche zwischen 15^0 und 30^0 mit 2 und eine von mehr als 30^0 mit 3 bezeichnet, wenn auch die Nadel nicht ursprünglich von dem Nullpunkte der Theilung ausging. Die Zahlen ersetzen also nur die Ausdrücke: schwach, mässig und stark, und man darf nicht übersehen, dass 2 eben so viel als 1 für die Versuche bedeutet, für welche die Nadel feiner astasirt wurde. Alle Frösche des gleichen Operationstages sind zu je einer Klasse zusammengefasst. Da die meisten Beobachtungen an dem Hüftnerven angestellt worden, so habe ich diesen Ausdruck als Ueberschrift genommen. Ist ein anderer Nerv gemeint, so wurde der Name desselben in der Tabelle angegeben:

Zeit der Nervendurchschneidung.	Nummer der Beobachtung.	Zeit seit der Nervendurchschneidung in Tagen.	Hüftnerv.	Seit dem Tode verflossene Zeit in Stunden.	Strom des ruhenden Nerven.	Elektrotonus. Phase. positiv.	Elektrotonus. Phase. negativ.	Stromesschwankung bei dem Tetanisiren.	Bemerkungen.
	II.	124	Krank	$^1/_3$ bis $^3/_4$	R.	U.		—	Erste und zweite Stufe der Entartung.
			Gesund	$^3/_4$	R.			—	
	III.	148	Krank	$^1/_3$ bis $1^1/_4$	U.			—	Erste bis zweite Stufe.
			Gesund	1	R.			n.	
	XVII.	221	Obere Hälfte des gesunden	weniger als $2^1/_4$	R. 1	—	—	n. 1	Gestorben. Wassersüchtig.
			Obere Hälfte des kranken	weniger als $2^1/_2$	R. 1	o.	o.	o.	Fünfte bis sechste Stufe.
A.			Untere Hälfte des kranken	weniger als $2^3/_4$	R. 1	o.	o.	o.	
d. 8. Novbr.	XVIII.	221	Obere Hälfte des gesunden	$^1/_3$	R. 1	R. 1	R. 1	n. 1 bis 2	Vorherrschend sechste Stufe.
			Obere Hälfte des kranken	$^1/_3$ bis $^3/_4$	R. 1	o.	o.	o.	
			Untere Hälfte des kranken	1	R. 1	o.	o.	o.	Die fünfte sehr sparsam.
			Kranker Peroneus	23	R. 1	o.	o.	o.	
			Kranker Peroneus nach dem Zerdrücken	23	R. etwas schwächer	o.	o.	o.	
	XIX.	222	Obere Hälfte des gesunden	weniger als $^1/_4$	R. 3	R. 2	R. 2	—	Sechste Stufe vorherrschend vor Spuren der fünften.
			Obere Hälfte des kranken	weniger als $^1/_4$	R. 1	o.	o.	o.	
			Untere Hälfte des kranken	$1^1/_3$	R. 1	o.	o.	o.	
			Untere Hälfte des gesunden	2	R. 2	R. 1	R. 1	n. mehr als $\frac{1}{2}$	

Zeit der Nervendurchschneidung.	Nummer der Beobachtung.	Zeit seit der Nervendurchschneidung in Tagen.	Hüftnerv.	Seit dem Tode verflossene Zeit in Stunden.	Strom des ruhenden Nerven.	Elektrotonus. Phase. positive.	Elektrotonus. Phase. negative	Stromesschwankung bei dem Tetanisiren.	Bemerkungen.
B. d.10.Januar.	IV.	92	Krank	$1/3$	U.			n. ?	Nerv reizlos. Erste bis zweite Stufe.
			Gesund	1	R.	R.		n.	
	VI.	109	Krank	$1/4$—$3/4$	U. 1	zweifelhaft			Erste bis dritte Stufe.
			Gesund		R. 2	R. 2	R. 2	n. 1	Erste Stufe vorherrschend. Nebenbei zweite und dritte Stufe. Nerv nicht deutlich reizbar.
	X.	131	Obere Hälfte des kranken	$1/4$	R. 1	o.	o.	o.	
			Obere Hälfte des gesunden	$1/3$	R. 3	R. 2	R. 2	n. 2	
			Unterer Theil des kranken	$1 1/2$	R. 1	U. 3	U. 3	—	
			Kranker Peroneus	$4 1/3$	U. 1	o.	o.	o.	
			Gesunder Peroneus	$4 1/3$	U. 1	U. 1	U. 1	o.	
	XV.	150	Obere Hälfte des gesunden	$1/15$	R. 3	—	—	—	
			Oberer Theil des kranken	$1/2$	wechselnd, dann U. 1	o.	o.	o.	Reizlos. Dritte u. vierte Stufe.
			Unterer Theil des kranken	$1 1/4$	U. 1	o.	o.	o.	
			Unterer Abschnitt des gesunden	$1 1/2$	R. 3	R. 3	R. 3	—	
			Centrales Stück des durchschnittenen N. cruralis	2	R. 3	—	—	—	
C. d. 12. Januar	V.	96	Krank	$1/4$	U.			n. im Sinne des umgekehrten Stroms	Reizlos. Erste bis dritte Stufe.
			Gesund	$2/3$	R. 3	R. 2	R. 2	n. 2	
	VIII.	122	Obere Hälfte des kranken	$1/6$	U. 1	U. 1	U. 1	zweifelhaft	Reizlos. Keine Spur von negativer Schwankung des Muskelstromes.
			Unterer Abschnitt des kranken	$1/2$	U. 1	—	—	n. 1 zu wiederholten Malen	Erste bis dritte Stufe.

Zeit der Nervendurchschneidung.	Nummer der Beobachtung.	Zeit seit der Nervendurchschneidung in Tagen.	Hüftnerv.	Seit dem Tode verflossene Zeit in Stunden.	Strom des ruhenden Nerven.	Elektrotonus. Phase. positive.	Elektrotonus. Phase. negative	Stromesschwankung bei dem Tetanisiren.	Bemerkungen.
C. d.12.Januar.	XVI.	155	Obere Hälfte des gesunden	$^1/_7$	R. 3	R. 1	R. 2	n. 1	Theilweise Wiedererzeugung. Regelrechte Fasern und Fasern der ersten bis vierten Stufe.
			Obere Hälfte des kranken	$^1/_4$	R. 2	R. 1	R. 1	n. zweifelhaft	
			Derselbe Nerv mit dem Knollen aufgelegt	$^2/_3$	U. 3	U. 1	U. 1	o.	
	XXII.	168	Oberer Theil des kranken	$^1/_4$	R. 1	o.	o.	o.	Fünfte Stufe.
D. d. 18. April.	VII.	8 u. 14	Krank	—	R.	R.	R.	n.	
	IX.	29	Oberer Theil des kranken	$^1/_3$	U. 1	o.	o.	o.	Reizlos. Keine Spur negativer Schwankung des Muskelstromes.
			Oberer Abschnitt des gesunden	$^1/_2$	R. 3	R. 2	R. 2	n. 1	
			Unterer Theil des kranken	$^3/_4$	R. 1	R. 1	R. 1		Erste bis zweite Stufe.
	XI.	34	Oberer Theil des kranken	$^1/_4$	U. 1 bis 2			p. 1	Reizlos.
			Oberer Theil des gesunden	$^1/_2$	R. 3	R. 3	R. 3		
			Der frühere obere Theil des Kranken	1	U. 1	U. 1	U. 1	p. 1	
			Centrales Stück des durchschnittenen N. cruralis	$1^1/_3$	R. 3	R.	R.	n.	
			Kranker N. peroneus	$16^1/_2$	U. 2	o.	o.	o.	
			Gesunder N. peroneus	$16^1/_2$	U. 1	o.	o.	o.	

Zeit der Nervendurchschneidung.	Nummer der Beobachtung.	Zeit seit der Nervendurchschneidung in Tagen.	Hüftnerv.	Seit dem Tode verflossene Zeit in Stunden.	Strom des ruhenden Nerven.	Elektrotonus. Phase. positive.	Elektrotonus. Phase. negative	Stromesschwankung bei dem Tetanisiren.	Bemerkungen.
D. d. 18. April	XII.	39	Obere Hälfte des gesunden	$^1/_{15}$	R. 3	R. 3	R. 3	n. 2	Reizlos. Keine Spur von negativer Schwankung des Muskel - Stromes. Erste und zweite Stufe. Manche Fasern scheinbar normal.
			Obere Hälfte des kranken	$^1/_4$	R. 1	R. 1 (10°)	R. 1 (10°)	n. 1	
			Untere Hälfte des kranken	$^1/_2$	R. 1	R. 1 (10°)	R. 3 (38°)	n. 1 (2°—3°)	
			Die letztere losgeschnitten	1	R. 3	R. 1	R. 1	n. 1 (4°—5°)	
			Centrales Stück des durchschnittenen N. inguinalis mit dem Knollen aufgelegt	$1^1/_2$	R. 3				
			Centrales Stück des getrennten N. cruralis mit dem Knollen aufgelegt	$5^1/_2$	R. 1	R. 1 (14°)	R. 1 (10°)	n. 1 (4°)	
			Der gesunde N. cruralis	$5^1/_2$	R. 3	R. 3	R. 3	n. 1 (6°)	
			Central. Stück des kranken N. ischiad. (van Deen) mit Knollen als Querschnitt	$5^3/_4$	R. 3	R. 2 (16°)	R. 2 (16°)		
	XIV.	49	Obere Hälfte des gesunden	$^1/_{10}$	R. 3	R. 2—3	R. 1	n. 1	N. inguinal. nicht durchschnitten, keine Spur von negativer Stromesschwankung d. Wadenmuskels. Eine mässige Zahl von Fasern normal. Sonst zweite und dritte Stufe.
			Obere Hälfte des kranken mit dem Knollen als Querschnitt	$^1/_4$	R. 1	R. 1	R. 1	n. zweifelhaft	
			Untere Hälfte des kranken	1	R. 1	R. 1	R. 1	n. 1	

Zeit der Nervendurchschneidung.	Nummer der Beobachtung.	Zeit seit der Nervendurchschneidung in Tagen.	Hüftnerv.	Seit dem Tode verflossene Zeit in Stunden.	Strom des ruhenden Nerven.	Elektrotonus. Phase. positive.	Elektrotonus. Phase. negative	Stromesschwankung bei dem Tetanisiren.	Bemerkungen.
E. den 18. Mai	XIII.	15	Obere Hälfte des gesunden	1/6	R. 3	R. 3	R. 3	n. 2	Reizbar. Die meisten Fasern auf der ersten, einige auf der zweiten Stufe.
			Obere Hälfte des kranken	1/4	R. 1	R. 1	R. 1	n. 1	
			Dasselbe Nervenstück mit dem Knollen als Querschnitt	1/2	R. 1	—	—	—	
			Untere Hälfte des kranken	1	R. 3	R. 1 (11°)	R. 1 (10°)	n. 1 (3°—4°)	
			Centrales Stück des durchschnittenen N. ischiadicus	1 2/3	R. 2				
	XX.	33	Obere Hälfte des kranken	1/7	R. 1				Reizlos. Keine Spur von negativer Schwankung des Muskels. Erste bis zweite Stufe der Entartung.
			Dasselbe mit Knollen als Querschnitt	1/5	R. 1	o.	o.	o.	
			Dasselbe mit neuem unteren Querschnitt	1/3	R. 1	o.	o.	o.	
			Obere Hälfte des gesunden	1/2	R. 3	R. 2	R. 2	n. 2	
			Untere Hälfte des kranken	3/4	U. 1	U. 1	U. 1	n. 1 im Sinne des umgekehrten Stromes.	
			Kranker Peroneus	2 1/2	U. 1				

Zeit der Nervendurchschneidung.	Nummer der Beobachtung.	Zeit seit der Nervendurchschneidung in Tagen.	Hüftnerv.	Seit dem Tode verflossene Zeit in Stunden.	Strom des ruhenden Nerven.	Elektrotonus. Phase. positive	Elektrotonus. Phase. negative	Stromesschwankung bei dem Tatanisiren.	Bemerkungen.
E. den 18. Mai	XXI.	35	Oberer Theil des kranken	$^1/_6$	R. 1	U. 1	U. 1—2		Reizlos. Keine Spur von negativer Muskelschwankung nach Tetanisation od. Verbrennen des Nerven mit einem glühend. Kupferdrahte. Viele scheinbar regelrechte Fasern u. manche zweiter Stufe.
			Derselbe mit Knollen als Querschnitt	$^5/_6$	R. 1	R. 1	R. 1		
			Derselbe mit neuem Querschnitt	1	R. 1			n. 1	
			Unterer Theil des kranken	$1^2/_5$	R. 1 (12^0)	R. 1 (5^0)	R. 1 (10^0)	n. 1 (3^0)	
			Derselbe nach dem Brennen	$1^2/_3$	R. 1 (14^0)	R. 1 (mehr als 10^0)	R. 1 (mehr als 10^0)	p. 1 (5^0—7^0)	
			Gesund	$1^5/_6$	R. 3	R. 1 (14^0)	R. 1 (14^0)	n. 1 (mehr als 4^0)	
			Derselbe nach dem Brennen	$2^1/_3$	R. 3	R. 1 (10^0)	R. 2 (18^0)	Nicht deutlich.	
	XXIII.	42	Oberer Theil des gesunden	$^1/_2$	R. 3	R. 3	R. 3	n. 2	Reizlos. Keine Spur von negativer Schwankung des Muskels. Erste Stufe bis Anfang der zweiten.
			Oberer Abschn. d. kranken	$^3/_5$	U. 2	U.		Nicht deutlich.	
			Unterer Theil des gesunden	$1^1/_3$	R. 3	R. 3	R. 3	n. 2	
			Untere Hälfte des kranken	$1^1/_2$	U. 2	U. 1	U. 1	Zweifelhaft	
	XXIV.	45	Obere Hälfte des kranken	$^1/_6$	U. 1—2	o.	o.	o.	Reizlos. Erste Stufe und nur wenige von der zweiten od. der dritten Stufe.
			Derselbe mit dem Knollen statt des Querschnittes	$^1/_3$	U. 1	o.	o.		
			Untere Hälfte des kranken	$^1/_2$	U. 1	o.	o.	o.	
			Obere Hälfte des gesunden	$^9/_{10}$	R. 3	R. 1	R. 1	n. 1	

Die Aenderungen der elektromotorischen Eigenschaften in dem peripherischen Stücke des durchschnittenen Nerven erinnern in mancher Hinsicht an die Wechselerscheinungen, welche nach dem Tode des Thieres auftreten. Der Gang ist aber in jenem Falle langsamer, weil sich die Nervenmasse in der besten Conservationsflüssigkeit, dem Ernährungsfluidum des lebenden Geschöpfes, befindet. Da sich deshalb die Kräfte trotz der Schwankungen der Richtung auf einer gewissen Höhe erhalten, so hat man oft eine auffallende Uebereinstimmung mit frischen ausgeschnittenen gesunden Nerven, die man mit Vorsicht misshandelte.

Betrachten wir zuerst jenen peripherischen Abschnitt, so finden wir, dass er in der allerersten Zeit immer noch einen verhältnissmässig starken regelrechten Strom des ruhenden Nerven mit entsprechendem Elektrotonus und negativer Schwankung darbietet. Man kann aber schon vor dem Schlusse der ersten Woche auf dem freilich nicht ganz sicheren Wege der Compensation finden, dass der Ausschlag im Sinne des gesunden Nerven für alle drei Haupterscheinungen ausfällt. Obgleich sich das kranke Glied unter dem Einflusse irgend starker elektrischer Erregungen scheinbar eben so nachdrücklich als das gesunde zusammenzieht, so lehrt doch die Prüfung mit den Gabelelektroden und den möglichst schwachen Inductionsschlägen, dass schon die Kräfte des gelähmten Hüftnerven abgenommen haben. Die mikroskopische Untersuchung gibt im Ganzen wenig Aufschlüsse. Manche Fasern scheinen merklich gerinnbarer, andere dagegen dem äusseren Ansehen nach vollkommen regelrecht zu sein.

Dieses Sinken des Stromes des ruhenden Nerven schreitet in der Folge im Frosche anhaltend und zwar im Winter langsamer, als im Sommer fort. Man gelangt endlich zu einer Stufe, in der ein Stück des kranken Nerven, das man mit der Längsfläche und einem künstlichen Querschnitte aufgelegt hat, die Galvanometernadel nur um 1^0 bis etwa 8^0 ablenkt, wenn sie der gesunde Nerv an die Hemmung treibt oder derselben nahe führt, vorausgesetzt, dass man alle 30000 Windungen des Sauerwald'schen Instrumentes gebraucht und die Nadel 40 bis 50 Sec. für eine Doppelschwingung nöthig hat. Ist sie empfindlicher gemacht worden, so kann natürlich der Ausschlag, den der kranke Nerv gibt, grösser ausfallen. (XXIII. XXIV.) Wir wollen den Umfang jener schwachen elektromotorischen Thätigkeit des kranken Nerven, mit dem Namen des Bezirkes der kleinsten Wirksamkeit bezeichnen und den Ausdruck anwenden, die Stromesrichtung möge regelrecht oder umgekehrt sein.

Der durchschnittene Nerv verräth stets jene geringere elektromotorische Thätigkeit, wenn sich die meisten seiner Fasern am Ende der ersten Stufe der Entartung befinden d. h. merklich gerinnbarer sind, aber noch keine seitlichen Einkerbungen besitzen, einzelne dagegen diese schon darbieten. Sind einmal seine elektromotorischen Kräfte bis auf jene niederen Grössen heruntergegangen, so erheben sie sich nicht mehr auf einer der folgenden Entartungsstufen. Nur noch die Richtung des Stromes ändert sich. Mag der Nerv seiner ganzen Länge nach mit ununterbrochenem Marke gefüllt oder dieses durch Querlinien oder grössere Zwischenräume getrennt sein, mögen sich noch die zahlreichsten Markstreifen vorfinden oder das Ganze nur aus faserigen Hüllen mit einzelnen seltenen Markstreifen bestehen, die nicht zu astatische Nadel wird dann immer Ablenkungen zwischen 1 und etwa 6^0 oder 8^0 geben. Vor langer Zeit operirte Frösche, die zuletzt wassersüchtig wurden, pflegen die niedersten Werthe zu liefern. Da nun die Menge und die Beschaffenheit des Markes die wesentlichsten Veränderungen während jener späteren Zeiten erleiden, so scheint es, dass dieser Wechsel einen untergeordneten Einfluss auf den Bezirk der kleinsten elektromotorischen Wirksamkeit ausübt. Mit einem Worte der entartende Nerv erreicht diesen, wenn sein ganz frisches Mark noch keinen wesentlichen Unterschied des Ansehens und nachher nur eine leichtere Gerinnbarkeit darbietet und bewahrt ihn trotz aller nachfolgenden Veränderungen der Markmasse und der Hüllen.

Die Zähigkeit, mit der sich die schwachen elektromotorischen Eigenschaften erhalten, verräth sich am deutlichsten in Fröschen, die man viele Monate aufbewahrte, die indessen in hohem Grade abmagerten und wassersüchtig wurden. Tödtet man die Thiere erst, nachdem sie schon an Krampfanfällen gelitten haben, so findet man, dass der gesunde Nerv verhältnissmässig schwache Ströme gibt. Der kranke aber ist nicht stromlos. Er erzeugt immer noch kleine Ablenkungen der Nadel, die nicht von zufälligen Ungleichheiten herrühren, wie die Beständigkeit der Stromesrichtung im Nerven nach dem Umlegen desselben beweist. Seine Masse besteht dann aber grösstentheils aus Hüllen, in denen einzelne zersetzte Markstreifen als seltene Inseln zerstreut liegen. Die leichtere Spaltbarkeit, durch welche sich der entartete Nerv schon ziemlich frühzeitig auszeichnet, deutet auf eine merkliche Aenderung in der Beschaffenheit der neben dem Marke vorhandenen Gewebe. Die Hüllen haben wahrscheinlich in dem oben erwähnten Falle noch mehr gelitten, weil sie sich in einem wassersüchtigen

Gewebe befanden. Sie sind dessenungeachtet im Stande, mit den sparsamen Resten des zersetzten Markes einen schwachen Strom im richtigen Sinne herzuvorrufen.

Diese Eigenschaft der Hüllen lässt sich in den warmblütigen Geschöpfen noch schärfer nachweisen. Man kann hier Nerven mit grösserem Querschnitte und daher geringerem Leitungswiderstande gebrauchen und erzielt zugleich leichter die Stufe der Entartung, in welcher das Mark so gut als gänzlich geschwunden ist. Bei Untersuchungen der Art, die ich vor mehreren Jahren mit Schiff anstellte, in denen also noch die Platinplatten und die Kochsalzlösung die Zuleitung vermittelten, gab z. B. der aus einer lebenden Katze, 66 Tage nach der Trennung des Hüftnerven entnommene N. tibialis anticus einen Ausschlag von 50^0 in richtigem Sinne, obgleich er nur aus Hüllen bestand, an denen man einzelne, wahrscheinlich äusserlich abgelagerte Fetttröpfchen bemerkte. Der eben so geprüfte Schienbeinnerv eines Hundes zeigte 20^0 33 Tage nach der Durchschneidung des Hüftnerven. Die Entartung befand sich auf derselben Stufe. Nur waren die Fetttröpfchen (nicht Markmassen) reichlicher vorhanden. Eine andere Katze lieferte 92 Tage nach der Trennung des Hüftnerven unmittelbar nach dem Tode einen richtigen Nervenstrom von 35^0 bis 40^0 für den vorderen Schienbeinnerven, 35^0 für den Kniekehlennerven, und 30^0 und bei späterem Auflegen noch 20^0 für den hinteren Schienbeinnerven. Die Masse dieser Nerven bestand aus Hüllen ohne Mark. Der Mark-führende centrale Theil des durchschnittenen Hüftnerven hatte 45^0. Ein Ast des Armgeflechtes zeigte bei dem ersten Auflegen 45^0, nach dem Hämmern und der Anlage eines neuen Querschnittes 40^0, nochmals gehämmert 30^0 und nach der einige Zeit in Anspruch nehmenden Ausgleichung der Polarisation 22^0. Alle jene kranken Nerven verriethen keine Spur von Elektrotonus oder negativer Schwankung. Gesunde Säugethiernerven liefern oft diese Bewegungserscheinungen, wenn man sie aus dem lebenden Thier entnimmt. Das rasche Absterben derselben bewirkt, dass man häufig eine Umkehrung des Nervenstromes oder des Elektrotonus oder eine positive statt einer negativen Stromesschwankung bemerkt.

Betrachten wir die verschiedenen Frösche, die dem gleichen Operationstage angehören, so sehen wir, dass der Nervenstrom die regelrechte Richtung in einer ersten, die umgekehrte in einer zweiten und wiederum die regelrechte in einer dritten Periode darbietet. Dieser Satz kann natürlich nur aus dem Vergleiche verschiedener Individuen hergeleitet werden. Es bleibt daher die Möglichkeit offen, dass zufällige Abweichungen

der einzelnen Ernährungsbedingungen die eine oder die andere Stromesrichtung unabhängig von der seit der Nerventrennung verflossenen Zeit herbeiführten. Die Beständigkeit des erwähnten Ganges der Veränderung in allen geprüften Froschgruppen der verschiedenen Operationstage spricht für den oben angenommenen Einfluss der Zeitabschnitte.

Macht sich dieser in der That geltend und geht der Wechsel der elektromotorischen Eigenschaften stetig vor sich, so müssen zwei Nullpunkte auftreten, einer bei dem Uebergange aus der regelrechten in die umgekehrte Stromesrichtung und ein anderer bei dem späteren zweiten Wechsel. Ich habe nie einen völlig stromlosen Nerven angetroffen. Da es aber vorkam, dass die Nadel unmittelbar nach dem Auflegen einen oder wenige Grade in einer und dann eben so viel oder mehr in entgegengesetzter Richtung ausschlug und in dieser letzteren verharrte, so hatte man hier Werthe der elektromotorischen Thätigkeit, die nicht weit von Null entfernt waren.

Die Nerven der Säugethiere und der Vögel sterben, wie erwähnt, rasch ab, wenn man sie selbst dem lebenden Thiere unmittelbar vorher entnommen hat, und geben dabei häufig einen umgekehrten Strom als Uebergangsstufe zu dem völligen Tode. Man kann daher schwerer entscheiden, ob eine solche Aenderung in Folge der Entartung auftritt oder nicht. Ich finde eine Beobachtung, die vielleicht hierher gehört, in dem Tagebuche, das über die oben erwähnten, mit Schiff gemachten Untersuchungen geführt worden. Eine Taube, der das Armgeflecht vor 11 Tagen durchschnitten ward, gab für den aus dem lebenden Thiere genommenen innersten Stamm des getrennten Geflechtes einen umgekehrten Strom von 50^0. Der Armnerv und ein Nervenstamm des Vorderarms zeigten ebenfalls umgekehrte Ströme. Elektrotonus und negative Schwankung fehlten. Alle Fasern dieser Nerven befanden sich auf dem Uebergange zur dritten Stufe der Entartung oder in dieser. Ein N. interosseus dagegen hatte 20^0 in richtigem Sinne. Künftige Erfahrungen müssen jedoch noch bestimmter entscheiden, ob sich auch eine Zwischenperiode der umgekehrten Stromesrichtung in dem entarteten Nerven der warmblütigen Thiere einschaltet.

Compensirt man nach dem Tode des Frosches einen Abschnitt des gesunden Hüftnerven, der gerade einen umgekehrten Strom gibt, mit dem entsprechenden Theile des kranken, so fällt bisweilen der Ausschlag zu Gunsten des letzteren aus. Die umgekehrte Stromesrichtung kann trotz des längeren Aufenthaltes in feuchter Luft von 52,5^0 bis 67^0,5 C. fortdauern. (VIII.)

Es gelingt auch hin und wieder, diese Wirkungsweise des Nerven durch die Misshandlung mit Inductionsschlägen zu verstärken. Gesunde absterbende Nerven bieten bisweilen Aehnliches dar.

Die Markmassen der kranken Froschnerven befinden sich in der Regel am Ende der ersten oder im Verlaufe der zweiten oder der dritten Entartungsstufe, wenn sie die umgekehrte Stromesrichtung liefern. Haben sie die fünfte bis sechste Stufe erreicht, so stösst man wieder auf die regelrechte Richtung des Nervenstromes. Es wurde schon oben bemerkt, dass sich der Axencylinder nicht mehr nachweisen lässt.

Verfolgen wir die Bewegungserscheinungen des Nervenstromes, so finden wir allgemein, dass sie sich eine Zeit lang erhalten und später immer fehlen — ein Gang, der auch in gesunden Nerven nach dem Tode des Thieres wiederkehrt. Der Elektrotonus und die negative Schwankung hören aber nicht mit dem Eintritte des Bezirkes der kleinsten Wirksamkeit auf. Sie reichen noch in die zweite Periode oder in die des umgekehrten Stromes hinein.

Man bemerkt bisweilen in gesunden Nerven, die schon einen grossen Theil ihrer elektromotorischen Kräfte eingebüsst haben, dass der Elektrotonus, der durch ein einfaches und kleines, mit Salzwasser geladenes Zink-Kohlenelement erzeugt wird, stärker ausfällt, als sich nach dem verhältnissmässig kleinen Ausschlage des Stromes des ruhenden Nerven erwarten liesse*). Dasselbe wiederholt sich bisweilen an dem durchschnittenen Nerven. Es ist mir hin und wieder gelungen, einem Nerven, der noch seinen richtigen Nervenstrom, aber keine Bewegungserscheinungen desselben zeigte, die Fähigkeit zu einem schwachen Elektrotonus mit beiden Phasen wieder beizubringen, indem ich ihn lange heftigen Inductionsschlägen, seltener wenn ich ihn einer mit Wasserdampf gesättigten Luft von 55^0 bis 68^0 C. aussetzte. Durchschnittene Nerven, in denen sich die meisten Fasern noch auf der ersten Stufe der Entartung befanden, eigneten sich ebenfalls zu solchen Restaurationsversuchen.

Man kann als Regel annehmen, dass sich die Ströme in der zweiten Periode absolut und nicht theilweise relativ umkehren, d. h. dass dann der Elektrotonus und die negative Schwankung im Sinne des umgekehrten Stromes des ruhenden Nerven richtig sind, mithin alle hier in Betracht kommenden Ausschläge denen des gesunden und regelrechten Nerven ent-

*) Vgl. z. B. A. Cima, Ricerche intorno ad alcuni Punti di Elettro-Fisiologia. Bologna 1858. 4 p. 116.

gegengesetzt erscheinen. Wie aber Beispiele relativer Umkehr bei absterbenden oder misshandelten gesunden Nerven hin und wieder vorkommen, so stösst man auch hier auf solche Ausnahmsfälle.

Das ungleiche Eintrocknen des oberen und des unteren Stückes des Hüftnerven oder die verschiedene Grösse der Einwirkung von Misshandlungen kann nach du Bois*) herbeiführen, dass die eine Hälfte des Nerven die Umkehr der Stromesrichtung darbietet, die andere dagegen nicht. Dieser Fall kommt auch in entarteten, aber nicht misshandelten und nicht eintrocknenden Nerven vor. Da der obere Abschnitt des kranken Nerven die umgekehrte, der untere dagegen die regelrechte Stromesrichtung in den Beobachtungen IX. darboten, die entgegengesetzte Ordnung aber in keinem Falle ohne Misshandlung wahrgenommen wurde, so scheint dieses Zeichen der Markveränderung in dem Stamme des Hüftnerven mit der Zeit in peripherischer Richtung fortzuschreiten.

Wir begegnen zwei Ausnahmsfällen von positiver und nicht von negativer Schwankung des Nervenstromes in Folge der Tetanisation des Hüftnerven. Der eine (XI.), der ohne sichtliche Misshandlung des Präparates auftrat, bezieht sich auf den umgekehrten Strom des ruhenden Nerven, so dass die Nadel auswich, als hätte man ursprünglich einen gesetzmässigen Nervenstrom gehabt. Der zweite Fall dagegen (XXI.) kam zum Vorschein, nachdem man den oberen Theil des Nerven mit einem glühenden Kupferdrahte verbrannt hatte. Die früher vorhandene negative Schwankung verwandelte sich hierdurch in eine positive und beide Phasen des Elektrotonus wurden sichtlich stärker, obgleich sie, wie der Strom des ruhenden Nerven, ihre normale Richtung beibehielten. Die gleiche Misshandlung absterbender gesunder Nerven zieht nicht selten ähnliche Folgen nach sich.

Eine Reihe der oben verzeichneten Beobachtungen lehrt, dass der vollkommen reizlose Hüftnerv noch Bewegungserscheinungen darbieten kann, sein Strom mag ursprünglich richtig oder umgekehrt sein. Wie schon erwähnt erzeugten solche Nerven keine Verkürzungen in den Unterschenkelmuskeln bei der Prüfung in dem lebenden Thiere, wenn man die oben erwähnten Gabelelektroden in die Gegend über den Kniegelenken einstach und hydroelektrische oder Inductionsströme gebrauchte. Die Oberschenkelmuskeln zuckten nicht,

---

*) E. du Bois-Reymond, Untersuchungen über thierische Elektricität Bd. II. Abth. I. Berlin 1849. 8. S. 552. 553.

während man die Seitenäste des Hüftnerven durchschnitt. Die nach und nach zur grössten Stärke erhöhten Schläge des Magnetelektromotors gaben keine Verkürzung und keine negative Schwankung des Muskelstromes. Brennen und Aetzen des Nerven blieben eben so erfolglos. Es zeigte sich, dass die Stromesschwankung häufig ausbleibt, wenn noch der Elektrotonus vorhanden ist. Das Fehlen des ersteren ist aber keine Bedingung der erwähnten Reizlosigkeit. (V. und VIII. von C., XII. und XIV. von D., XX. XXI. und vielleicht XXIII. von E.)

Man hat etwas Aehnliches in absterbenden Nerven von Säugethieren. Ich erwähnte schon an einem anderen Orte*) eine Reihe hierher gehörender Beispiele aus Kaninchen, deren Haut mit Leim bestrichen war und in denen ich diese auch in gesunden Thieren vorkommenden Erscheinungen gelegentlich untersucht hatte. Eben so machte ich schon aufmerksam, dass bisweilen der Nerven- und der Muskelstrom in amputirten Gliedern des Menschen lange anhalten**). Die letzteren führen uns z. B. Fälle vor, wie wir sie in den entarteten Nerven antreffen. Der Fuss eines 19jährigen jungen Mannes war vor einigen Jahren durch das Chopart'sche Verfahren entfernt worden. Geschwüre bildeten sich in der Folge am Stumpfe. Die Innentheile waren unten wassersüchtig und speckig entartet, die Muskeln des Unterschenkels zum Theil verfettet. Man machte die Unterschenkelamputation des Morgens zwischen 7 und 8 Uhr. Da ich die Bewegungserscheinungen des noch reizbaren Nerven oder Muskels aus früheren Beobachtungen kannte, so liess ich das Präparat mehr als 6 Stunden in Wachstuch eingewickelt bei einer Luftwärme von 17° C. liegen.. Bedienen wir uns der früheren Zeichensprache, so ergab sich dann:

2 Uhr 43 Min. Wadenmuskeln und Kniekehlennerv reizlos, die ersteren nicht sichtlich todtenstarr. Kniekehlennerv. U. N. 42°. Ruhe 34°. U. Et. p. Ph. 7°. n. Ph. 8°. n. S. 4°. Der Nerv umgelegt. U. N. 42°. Ruhe 32°. n. S. 4°. U. Et. p. Ph. 26°. n. Ph. 64° (also der Elektrotonus durch die vorangehende Misshandlung mit den Inductionsströmen verstärkt). Der Nerv zwischen den Platinblechen und den Bäuschen durchschnitten. Neuer Schluss U. N. Keine Spur von n. S. oder Et.

3 Uhr 20 Min. Das obere (früher auf den Platinblechen gelegene) Stück mit dem neuen Querschnitte aufgelegt. U. N. 87°.

*) Wunderlich's Archiv für physiologische Heilkunde. 1858. S. 487.
**) Moleschott's Untersuchungen. Bd. V. 1859. S. 266.

Ruhe 66°. Ut. Et. n. Ph. mehr als 50°, p. Ph. an die Hemmung. n. S. nicht deutlich.

Bündel des Wadenmuskels hatten einen umgekehrten Strom und reagirten sauer.

Gibt der Hüftnerv eines Säugethieres, dessen Schenkelmuskeln starr sind, einen Strom mit Bewegungserscheinungen, so lässt sich diese Thatsache durch die Annahme erklären, dass der Nerv langsamer, als die zugehörenden Muskeln abgestorben ist. Die letzteren können sich nicht mehr verkürzen, wenn auch noch der Nerv den dem Leben entsprechenden erregenden Einfluss ausübt. Diese Schlussweise fällt dagegen für die entarteten Nerven fort. Die Muskeln verrathen noch einen hohen Grad von Verkürzungsvermögen, wenn sie von elektrischen Erregungen getroffen werden. Der Grund der Reizlosigkeit des Nerven, der noch die Bewegungserscheinungen seines Stromes darbietet, lässt sich daher nicht so einfach angeben.

Man könnte zunächst alle Schwierigkeiten durch die Annahme beseitigen, dass die motorischen, in dem Hüftnerven enthaltenen Primitivfasern entartet, die übrigen dagegen leistungsfähig sind. Die Bewegungserscheinungen des Nervenstromes würden von den letzteren und die Erfolglosigkeit der Reizung von den ersteren herrühren. Die Thatsache, dass es mir nicht gelang eine negative Schwankung des Nervenstromes durch Verbrennen der Haut mit Schwefelsäure nachzuweisen, könnte nicht als Entscheidungsgrund gelten, weil der Versuch bei dem Gebrauche eines gesunden, kräftigeren und empfänglicheren Nerven häufig missglückt. Jene Hypothese würde zwar dem Streben der neueren Elektrophysiologie, den Unterschied zwischen bewegenden und empfindenden Nervenfasern zu beseitigen, entgegenstehen. Da aber die gegenwärtigen physikalischen Hilfsmittel nicht fein genug sind, um über diesen Punkt mit Sicherheit zu entscheiden, so kann man auch kein besonderes Gewicht auf Folgerungen aus solchen Prämissen legen. Das Mikroskop liefert einflussreichere Gegengründe. Wäre jene Annahme richtig, so liesse sich erwarten, dass die Entartung in den Muskelnerven rascher, als in den Hautnerven fortschreitet. Vergleicht man aber die Nervenfasern der Endgeflechte im Innern des Sartorius und der Haut des Oberschenkels, so findet man, dass die feineren und feinsten Bündel mehr oder weniger entartete Fasern in beiden Theilen enthalten, ohne dass sich ein einseitiges Vorwiegen zu irgend einem Zeitpunkte verriethe. Die Untersuchung der feineren in

die Muskeln des Ober- und des Unterschenkels eintretenden Aeste lehrt, das Gleiche.

Die blosse Umkehr der Stromesrichtung kann nicht den Erklärungsgrund abgeben, da die künstliche Erzeugung derselben in gesunden Nerven die Empfänglichkeit nicht aufhebt*).

Unzureichende Quantitätsverhältnisse liessen sich in doppelter Weise als Ursache voraussetzen. Man nähme an, dass die Menge leistungsfähiger Bewegungsfasern klein ist, sich daher nur geringe Muskelmassen zusammenziehen und die hierdurch bedingte negative Schwankung des Muskelstromes der Beobachtung entginge. Ich habe das halbe Galvanometer von 15000 Windungen ohne Nebenschliessung angewandt, so wie die niedere Stärke des Muskelstromes des Wadenmuskels oder die unvollkommenere Ableitung des Unterschenkel-Fusspräparates durch Hilfsbäusche die Magnetnadel nicht an der Hemmung zurückhielt. Ich entdeckte hierbei bisweilen Verkürzungen durch den Rückgang der Nadel, die ich erst bei genauem Zusehen erblickte. Eine selbst kleine Zusammenziehung konnte bei dieser Beobachtungsweise nicht entgehen. Die Annahme einer so unbedeutenden Verkürzung würde übrigens auf die Hypothese hinauslaufen, dass die Bewegungsfasern rascher entarten.

Es wäre möglich, dass die Quantität der Molecularveränderung gross genug sei, sich als negative Schwankung am Galvanometer zu verrathen, nicht aber die Muskelzusammenziehung herbeizuführen. Diese Annahme ist deshalb unwahrscheinlich, weil so kleine negative Schwankungen des Nervenstromes, wie sie die reizlosen Nerven meistentheils darboten, häufig genug bei dem sehr reizbaren Nerven-Gegenstücke vorkamen. Die Beobachtung XXI. lieferte sogar Grössen, welche die niederen Werthe des gesunden Stammes übertrafen. Da die Muskeln selbst sehr empfänglich waren, so lässt sich nicht ihnen die Schuld zuschreiben.

Unter diesen Verhältnissen scheint eine andere Auffassungsweise das meiste für sich zu haben. Das Galvanometer belehrt uns nur über die Molecularbeschaffenheit der Nerven- und der Muskelmasse insofern, als elektrische Gegensätze einzelner Bezirke ins Spiel kommen. Diese einseitige Auskunft umfasst aber nicht alle Beziehungen. Das Galvanometer sagt uns, dass ein nicht mehr reizbarer Nerv oder Muskel einen schwächeren richtigen und später einen umgekehrten Strom liefert. Es kann aber nicht, wie die Wechselwirkung der Muskeln mit der umgebenden Atmosphäre, Verschiedenheiten anzeigen, je nach-

*) Vgl. schon du Bois a. a. O. S. 553.

dem der Muskel von selbst abgestorben, durch Kochung getödtet worden oder seine Leistungsfähigkeit aus anderen Ursachen eingebüsst hat. Das allmälige Sinken und die Umkehr des Stromes können im Muskel durch Verkürzung ebenfalls erzeugt werden. Man ist im Stande, die Nadel durch anhaltende Contraction des Muskels in den negativen Quadranten selbst bei dem Gebrauche einer unpolarisirbaren Vorrichtung übergehen zu lassen. Während also hier Tod, Zusammenziehung und Ermüdung dasselbe allgemeine Hauptmerkmal zeigen, sind die Beziehungen der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes in dem verkürzten oder ermüdeten Muskel andere, als im abgestorbenen. Wir würden mit einem Worte irren, wenn wir das Galvanometer für ein allseitiges und erschöpfendes Tastmittel der im Nerven und im Muskel vor sich gehenden Veränderungen halten wollten. Dann kann man sich aber leicht vorstellen, dass es eine Stufe der Entartung gibt, auf welcher der Nerv eine regelwidrige Richtung des Stromes verbunden mit Beweglichkeitserscheinungen desselben darbietet, ohne der zur Verkürzungserregung nöthigen Molecularveränderung fähig zu sein. Die Thatsache, dass die Beweglichkeit des Nervenstromes des Hüftnerven kein Zeichen der Leistungsfähigkeit desselben in allen Fällen sei, erklärt sich dann ohne Weiteres. Im Grunde genommen führen schon die Erfahrungen an gesunden Nerven zu derselben Anschauungsweise. Vergleicht man die Leichtigkeit, mit der man eine verhältnissmässig bedeutende negative Schwankung schon bei dem Tetanisiren des Nerven mit schwachen Strömen erhält und die in den glücklichsten Fällen immer kleinen Ausschläge, die das Brennen des Nerven, das langsame Verbrühen der Haut mit siedender Kochsalzlösung, die Behandlung derselben mit Schwefelsäure oder die heftigen Strychninkrämpfe geben, und erwägt das häufige Missglücken des Versuches in allen diesen Fällen, so liegt der Gedanke nahe, dass die Galvanometernadel kein zuverlässiger Führer für die Beurtheilung der Lebensthätigkeiten ist. Dasselbe erhellt auch daraus, dass die künstliche Umkehr des Nervenstromes durch Brennen und die des Muskels durch Kälte (oder in sehr seltenen Fällen durch Selbstzersetzung. Beob. III.) die Leistungsfähigkeit beider nicht nothwendiger Weise aufhebt.

Während sich der peripherische Abschnitt des getrennten Nerven auf die geschilderte Weise ändert, bleiben die elektromotorischen Eigenschaften der centralen Stücke des Hüftgeflechtes regelrecht. Man hat hier immer die negative Schwankung in dem ihr entsprechendem Sinne. Es kann

sogar durch die Verbindung von Nebeneinflüssen vorkommen, dass der Vergleich mit dem ähnlichen Stücke des gesunden Hüftgeflechtes zum Nachtheil von diesem ausfällt. Die Erhaltung der elektromotorischen Eigenschaften stimmt mit dem mikroskopischen Befunde, der regelrechte und nicht leichter gerinnbare Markmassen in den Primitivfasern der centralen Abschnitte der Froschnerven nachweist.

Die Knollenbildung, sie mag an der oberen oder der unteren Abtheilung vorkommen, übernimmt die Rolle eines feuchten Leiters, ungefähr wie die Achillessehne für den natürlichen Querschnitt des Wadenmuskels. Sie entspricht daher am Galvanometer dem in ihr enthaltenen Querschnitte. Der, den man bei der Nerventrennung gemacht hat, behält seine Kräfte Monate lang vollständig, weil er in der Ernährungsflüssigkeit des lebenden Körpers aufbewahrt ist. Gibt bisweilen ein frisch angelegter Querschnitt einen stärkeren Strom, als der früher gebrauchte Knollen, so kann dieses in der Verbindung zweier Ursachen begründet sein. Die Lage der Fasern in dem Knollen bedingt es, dass der entsprechende Querschnitt nicht mit ganzer Stärke auf das Galvanometer wirkt oder die elektromotorischen Eigenschaften haben im Laufe der Zeit etwas abgenommen. Sie sinken auch in künstlichen Querschnitten, die man eine Zeit lang in Eiweisslösung aufbewahrt.

So einflussreich die Aenderungen des Markes sind, so wenig bemerklich macht sich der Axencylinder, der sich auf den früheren Stufen der Entartung künstlich darstellen lässt. Die mitgetheilten Beobachtungen führen zu dem Schlusse, dass die Continuität und eine gewisse, noch nicht genügend angebbare Beschaffenheit des Markes die Vorbedingungen für das Auftreten kräftiger Bewegungserscheinungen des Nervenstromes bilden. Die krankhaft veränderten Hüllen ohne ächtes Mark und ohne sicher darstellbare Reste des Axencylinders können einen schwachen, mit dem des ruhenden Nerven gleichgerichteten Strom liefern. Er scheint bisweilen trotz seiner Kleinheit stärker, als der von Sehnengewebe zu sein. Gab z. B. ein Nerv noch 5^0 bis 11^0 Ausschlag, so zeigte ein kürzeres und dickeres, mithin den Dimensionen nach besser leitendes Stück der Achillessehne der gesunden Seite nur 2^0 bis 3^0, wenn es ebenfalls mit natürlicher Längsfläche und künstlichem Querschnitt wirkte.

Ziehen sich auch die frischen gelähmten Wadenmuskeln schwächer als die gesunden zusammen, so liefern doch noch beide richtige Muskelströme. Man kann häufig die geringere Stärke des Muskelstromes der kranken Gebilde durch Compen-

sation nachweisen. Wie der Gesammtstrom des Unterschenkel-Fusspräparates des Frosches in diesem unter regelrechten Verhältnissen emporsteigt, so wiederholt sich das Gleiche für das kranke verkürzungsfähige Präparat. Habe ich mich nicht geirrt, so scheint noch eine schwache idiomuskuläre Zusammenziehung einer Stelle des Wadenmuskels nach dem Klopfen der Masse möglich zu sein, wenn schon die durch das Absterben bedingte Stromesumkehr begonnen hat. Man sieht anderseits hin und wieder in amputirten Gliedern des Menschen, dass die Muskeln am zweiten Tage einen richtigen Strom haben, wenn sie auch keine Spur von neuromusculärer oder idiomusculärer Zusammenziehung mehr darbieten.

Wie sich die Empfänglichkeit des gelähmten Muskels unter den früher erwähnten Bedingungen länger, als die des gesunden erhält, so wiederholt sich oft das Gleiche für den richtigen Muskelstrom. Die Compensation gibt auch häufig einen Ausschlag zu Gunsten des kranken Muskels in späteren Zeiten.

Die regelrechte Stromesrichtung der zwei Wadenmuskeln eines Frosches, der 96 Tage nach der Operation getödtet worden, erhielt sich 48 Stunden in feuchtem Wasserstoffgase. Die Empfänglichkeit dagegen war indessen zu Grunde gegangen.

6. Chemische Wirkungen.

Die Beobachtungen dieses Abschnittes bildeten den Ausgangspunkt, der mich zu der ganzen Untersuchungsreihe geführt hat. Ich wollte, wo möglich, kennen lernen, ob sich der gelähmte Muskel in Vergleich mit dem gesunden, wie ein abgestorbener, wie ein ermüdeter Muskel oder wie keiner von beiden bei der Wechselwirkung mit der Atmosphäre verhält. Da ich nur geschwächte, nie aber völlig reizlose Muskeln des lebenden Thieres trotz der langen Aufbewahrungszeit untersuchen konnte, so blieb die Lösung der Aufgabe unvollkommener, als ich gewünscht hatte.

Betrachten wir zuerst die Erfahrungen, in denen sich feuchte Atmosphäre in den Eudiometern befand. Das Sauerstoffverhältniss sei die auf die Einheit des Kohlensäurevolumens zurückgeführte Menge des gleichzeitig verschwundenen Sauerstoffvolumens, die dem einzelnen Muskel entspricht. Um nun die Zahlen, zu denen die kranke und die gesunde Muskelmasse geführt haben, wechselseitig zu vergleichen, nennen wir v die Menge des ins Auge gefassten Gases, die dem gesunden, und v' die, welche dem kranken Muskel entpricht. Sind g und g' die zugehörenden Gewichte der Muskeln, so erhalten wir

$\frac{v}{g}$ und $\frac{v'}{g'}$, für die auf die Gewichtseinheiten zurückgeführten Volumina. Die absoluten Mengen der Atmosphäre, welche in den beiden neben einander befindlichen Eudiometern vor dem Einführen der Präparate vorhanden waren, suchte ich in der Regel so gleich als möglich zu machen. Die untergeordneten Abweichungen rühren vorzugsweise von der Verschiedenheit der Säulenhöhen des inneren Quecksilbers her, die natürlich bei der Reduction der gebrauchten Luftmasse auf Normalvolumen von Einfluss ist. Frühere Erfahrungen belehrten mich schon, dass die Folgen der Unterschiede der Partiardrucke, welche selbst bei verhältnissmässig grossen Differenzen der ursprünglichen Gasvolumina vorhanden sind, keine Abweichungen in den Werthen der Kohlensäure und des Sauerstoffes erzeugen, die ausserhalb der Möglichkeit individueller Schwankungen liegen. Dasselbe bestätigte sich auch in diesen Beobachtungen. Das absolute Normalvolumen der zu Gebote stehenden Anfangsluft braucht daher nicht besonders berücksichtigt zu werden. Da die übrigen Versuchsbedingungen für beide Muskelmassen gleich waren, so wird der Verhältnisswerth der kranken durch den Ausdruck $\frac{v'}{v} \cdot \frac{g}{g'}$ gefunden, wenn wir die gesunde zur Einheit nehmen.

Wir erhalten hiernach:

Zeit der Nervendurchschneidung.	Nummer der Beobachtung.	Zeit seit der Nervendurchschneidung in Tagen.	Theil	Zeit des Aufenthaltes im Eudiometer in Stunden.	Verhältnisswerth des verschwundenen Sauerstoffes, die gleichzeitig ausgeschiedene Kohlensäure als Einheit.		Verhältnisswerth des kranken Muskels, die Zahlen des gesunden als Einheit.		
					Gesund.	Krank.	Abnahme des Luftvolumens	Ausgeschiedene Kohlensäure.	Verzehrter Sauerstoff.
A. d. 8. Novbr.	III.	148	Wadenmuskel	$3^1/_2$	—	—	0,93	—	—
				24	—	—	1,61	—	—
	XVIII.	221	Unterschenkel-Fusspräparat	22	2,35	2,48	—	1,12	1,18
B. d. 10. Januar	IV.	92	Wadenmuskel	24	5,61	7,08	—	0,92	1,17
	X.	131	Wadenmuskel	24	—	—	1,21	1,06	—
	XV.	150	Unterschenkel-Fusspräparat	$17^1/_2$	1,43	2,05	1,32	0,58	0,83
C. d. 12. Januar	XVI.	155	Unterschenkel-Fusspräparat	$18^3/_4$	4,09	2,04	0,58	1,49	0,75
	XXII.	168	Wadenmuskel	$29^1/_2$	1,97	1,22	0,62	3,31	1,68
D. den 18. April	IX.	29	Wadenmuskel	48	1,23	1,79	1,60	0,69	1,00
	XI.	34	Unterschenkel-Fusspräparat	16	6,54	8,46	1,25	0,93	1,20
	XII.	39	Unterschenkel-Fusspräparat	$4^1/_2$	1,39	1,00	0,42	1,42	1,02
	XIV.	49	Unterschenkel-Fusspräparat	$16^3/_4$	1,75	1,48	0,63	1,32	1,53
E. den 18. Mai	XIII.	15	Unterschenkel-Fusspräparat	$17^1/_2$	0,95	1,26	6,16	0,96	1,28

Die Zahlen und die absolut mässigen Werthe der ausgeschiedenen Kohlensäure und des verzehrten Sauerstoffes, die man in §. 4. verzeichnet findet, beseitigen die Annahme, dass der durch Lähmung geschwächte Muskel dem ermüdeten gleichzustellen sei. Jener hat also eine andere Massenbeschaffenheit, als die mit Ernährungsflüssigkeit durchtränkte Substanz des durch Verkürzung erschöpften Muskels.

Die Reactionsweise unterstützt diesen Ausspruch. Der gelähmte und der gesunde Muskel reagiren im frischen Zustande neutral und zeigen später keinen Unterschied der Säurebildung, so weit sich dieses durch das unsichere Prüfungsmittel des Lakmuspapieres entscheiden lässt. Die Aufnahmscoëfficienten für Kohlensäure fielen in zwei Fällen fast gleich für den kranken und den gesunden Muskel aus (II. und XX.), was bei dem ermüdeten Muskel nicht der Fall ist*). Der dritte Versuch (XXI.) zeigte allerdings einen geringeren Aufnahmscoëfficienten und eine spätere reichlichere Kohlensäureausscheidung. Das kranke Präparat war aber beinahe drei Stunden zu mannigfachen anderen Versuchen benutzt und die Muskelmasse unter dem Einflusse von Inductionsschlägen, die sie selbst trafen, verkürzt worden, ehe es in das Eudiometer kam. Es hatte hierdurch mehr, als das gesunde gelitten.

Vergleicht man den kranken und den gesunden Muskel, nachdem sie ihre Empfänglichkeit eingebüsst haben, so zeigt sich manche Uebereinstimmung. Beide verzehren dann beträchtlich mehr Sauerstoff als sie Kohlensäure ausscheiden. Gebrauchte man atmosphärische Luft, so fiel die verhältnissmässig stärkere Oxydationsfähigkeit acht Mal auf den kranken und zwei Mal auf den gesunden Muskel. Die grössere Sauerstoffaufnahme verrieth sich auch in reinem Sauerstoffgase (VIII.) und zwar, wie die Verminderung des Luftvolumens zeigt, nach $5^2/_3$, nach 24 und nach 48 Stunden, während die ausgeschiedene Kohlensäure merklich kleiner blieb. Dieses sind Zeichen, die auf eine leichtere Zersetzbarkeit deuten.

Die Unvollkommenheit der Lähmung hinderte zwar die befriedigende Ermittelung der Eigenschaften der lebenden reiz-

*) Wunderlich's Archiv für physiologische Heilkunde 1859. S. 474.

losen Muskeln. Man kann aber wenigstens sagen, dass der halbgelähmte Muskel seiner Masse nach von dem erschöpften sichtlich abweicht und frisch dem gesunden näher zu stehen scheint, als dem völlig abgestorbenen Muskel.

Der Kohlensäureunterschied, der sich bei dem Aufenthalte im Wasserstoffgas zeigte (V.), liegt noch innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler und der möglichen individuellen Schwankungen.

Ueber die Kohlensäure des Blutes und ihre Ausscheidung mittelst der Lunge*).

Von

Dr. A. Schöffer aus Moskau.

(Hierzu Tafel I.)

Die schönen Arbeiten der letzten Jahre über Gase des Blutes, ihre Absorption durch das Blut und den Gasaustausch in den Lungen haben die Athmungstheorie gefördert, aber natürlich nicht zum Abschluss gebracht. Vor allem dunkel ist die Abscheidung der Kohlensäure. Wie bekannt hatte Lothar Meyer nur einen geringen Theil der im Blute enthaltenen Kohlensäure durch Erwärmen in dem luftleeren Raume übertreiben können, während der übrige Theil von ihm als nur durch Säuren ausscheidbar betrachtet wurde. Setschenow hatte darauf bewiesen, dass dieses nur vom Verhältniss des luftleeren Raumes zur angewandten Blutquantität abhängt, und dass, wenn man ein genügend grosses Vacuum verwendet und dasselbe mehrere Male erneut, man zu ganz entgegengesetzten Resultaten kommt: es bleibt nämlich im Blute nur ein geringer Antheil Kohlensäure zurück, der nur durch Säuren aus demselben zu entfernen ist. Wollte man nun aber der ganzen Quantität von Kohlensäure, welche Setschenow durch physikalische Mittel erhielt, eine identische Rolle beim Gasaustausch in den Lungen zuschreiben, so würde diese Annahme nach den dermal bekannten Thatsachen nicht ganz gerechtfertigt sein. Nach den Absorptionsversuchen von Lothar Meyer und Fernet zerfällt nämlich die ganze Quantität von Kohlensäure in zwei Antheile, in einen, welcher einfach diffundirt, und in einen anderen, welcher vom Drucke unabhängig von

---

*) Aus dem XLI. Bande der Sitzungsberichte der Wiener Akademie vom Verf. zum Abdruck mitgetheilt.

einer, wenn auch schwachen chemischen Attraction im Blute zurückgehalten wird. Diese Attraction konnte man nur den kohlensauren und phosphorsauren Alkalien zuschreiben. Beide Salze können Kohlensäure binden, doch zeichnen sich diese Verbindungen dadurch aus, dass sie nur schwer durch physikalische Mittel zersetzt werden, und dass schon ein sehr geringer Gehalt an Kohlensäure der umgebenden Atmosphäre genügt, um die Abdunstung derselben aus der Salzlösung zu verhindern. Bei dem relativ grossen Kohlensäuregehalte der normalen Lungenluft würden diese Verbindungen also gar keine Rolle in dem Gasaustausch spielen können. Zu einem Antheil an denselben würde sie erst dann zuzulassen sein, nachdem nachgewiesen worden, dass dem Organismus respective den Lungen Mittel zu Gebote stünden, um einen Theil der gebundenen Kohlensäure in Freiheit zu setzen und dadurch die Spannung derselben in der Lunge zu vergrössern. Diese Annahme schien viel für sich zu haben. Sie erklärt viele Thatsachen, welche ohne dieselbe nur eine gezwungene Deutung zulassen. Wenn man die Arbeit von Lothar Meyer liest, so kann man sich des Gedankens nicht entschlagen, dass er durch seine Methode wahrscheinlich doch alle diffundirte Kohlensäure erhalten: es waren nämlich alle Momente da, um eine vollständige Gewinnung zu erzielen. Dies wird noch wahrscheinlicher, wenn man bedenkt, dass er selbst bei einer neuen Vorlage keine Gase mehr gewinnen konnte*).

Der Gehalt des Blutes an freier Kohlensäure würde also zwischen 4,0—4,5 Procenten schwanken. Zu einer ähnlichen Annahme führt auch eine Untersuchung von Planer über die Gase des Harnes, er fand im sauern Harn zwischen 3—4 Procent Kohlensäure, also noch etwas weniger als Lothar Meyer im Blute. — Die Absorptions-Coëfficienten des Harnes und des Blutes sind nun allerdings noch mangelhaft bestimmt, doch scheinen sie nicht viel von denen des Wassers abzuweichen und da der Harn, aus der Blutflüssigkeit abgesondert, lange Zeit in der Blase verweilt, so kann man wohl annehmen, dass sich die Gase in den beiden Flüssigkeiten ausgeglichen hätten.

---

*) Es könnte auffallen, wie er gar kein Gas mehr gewann, und da er keine Dimensionen seines Apparates ergibt, so ist es schwer eine Deutung zu finden; doch scheint mir noch am einfachsten Folgendes anzunehmen. Wenn man seine Zeichnung zum Grunde der Rechnung annimmt, so musste er beim zweiten Kochen von $1/2$ bis zu 1 C. Cm. Kohlensäure gefunden haben. Doch war zugleich in die Vorlage etwas Wasser (mit Salzen) gerathen und beim Abkühlen konnte dasselbe wohl so viel absorbiren, dass er das Uebriggebliebene als unmessbar betrachten konnte.

Wenn man aber den Gehalt des Blutes an freier Kohlensäure zwischen 3,0 und 4,5 Procent annimmt, so fällt der grosse Kohlensäuregehalt der Lungenluft auf: bekanntlich hatte Becher denselben beim Menschen bis auf 8,5 Procent und W. Müller und Setschenow bei erstickten Thieren bis auf 14 und 15 % steigen sehen. Bei einem viel geringeren Gehalt des Blutes lässt sich dieses entweder durch einen unverhältnissmässig kleinen Absorptions-Coëfficienten des Blutes (bei der Temperatur von 40^0) erklären oder man muss ein Moment in der Lunge annehmen, welches plötzlich die Spannung der Kohlensäure zu erhöhen im Stande ist. Auf jeden Fall schien mir die Sache von grossem Interesse und wohl werth einer näheren Untersuchung. Bei der Schwierigkeit des Gegenstandes und der kurzen Zeit, die mir zu Gebote stand, konnte ich nicht hoffen die Frage gänzlich zu erschöpfen und bitte auch die folgende Abhandlung nur als einen Beitrag zur Lösung derselben zu betrachten. Die Arbeit besteht aus mehreren Versuchsreihen und jede derselben könnte als eine völlig unabhängige betrachtet werden. Sie sind auf den Rath des Herrn Prof. K. Ludwig in dessen Laboratorium ausgeführt worden.

I.

Vor allem sollten die Angaben von Planer geprüft und gesehen werden, ob sie auch bei Hundeharn sich als geltend zeigen würden. Zugleich wurde Blut von demselben Thiere genommen, die Gase desselben gesammelt und das Verhältniss der Kohlensäure zu dem in demselben enthaltenen $2NaO, HO, PO_5$ näher geprüft. Es wurde nur auf das phosphorsaure Natron Rücksicht genommen, da die Untersuchung von Setschenow zur Genüge dargethan hat, dass kohlensaure Alkalien nur in Spuren im Blute enthalten seien. Die Methode bei dieser Untersuchung war folgende: Grossen weiblichen Thieren wurde Tags zuvor der Harn aus der Blase entleert und die Thiere 24 Stunden ohne Futter gelassen (um den Einfluss der Nahrung, welcher nach Becher auf die Kohlensäurespannung so bedeutend ist, zu eliminiren), darauf wurde der Harn durch einen Katheter über Quecksilber aufgefangen und zugleich auch Blut gewonnen, entweder aus dem Herzen, oder aus der Vene, oder der Arterie; freilich war es nicht dasselbe Blut, aus welchem der Harn abgeschieden, oder mit welchem derselbe sich ausgeglichen hatte, doch konnte unmöglich ein grosser Unterschied zwischen diesem und dem harngebenden Blute bestehen.

Zur Gewinnung der Gase wurde derselbe Apparat, welchen Setschenow beschrieben, verwendet, doch unterlag er im Laufe der Untersuchung einigen Verbesserungen, die manche nicht unwesentliche Vortheile gewährten (siehe Fig. 1). Die Röhren, welche früher das Vacuum bildeten, worin das Blut ausgekocht wurde, ersetzte man durch Ellipsoide (*A*, *B*), dadurch konnte der Apparat, ohne das Vacuum zu verringern, viel niedriger gemacht werden. Auf einen andern Vortheil dieser Kugeln werde ich später zurückkommen. Die zweite Veränderung war folgende: früher wurde die untere Röhre, woran das Blutgefäss gebunden wurde, in eine metallene Fassung eingekittet und diese erst in das krumme Verbindungsrohr eingeschraubt und ebenfalls verkittet. Indem man der Fassung eine andere Form gab, richtete man das Apparat so ein, dass die Kugel mit ihrem Halse nur auf dem Metallstücke aufsass; die Verbindung wurde durch einen dicken Kautschukschlauch hergestellt; die Metallröhre konnte lange Zeit unverändert bleiben und es wurden nur die Kugeln bei jedem Versuche gewechselt, dadurch wurde es möglich mehrere Auspumpungen an einem Tage vorzunehmen.

Zu den Gas-Analysen wurde der von W. Müller beschriebene Apparat benützt, woraus sich die Columne Wasserdruck in den späteren Analysen erklärt. Zur Phosphorsäurebestimmung wurde immer das Blut, aus welchem man die Gase gewonnen, verwendet. Nachdem das Auspumpen beendigt, liess man so viel als möglich das Blut in das Gefäss zurücklaufen, schüttelte es noch einmal um und brachte es in eine bereitgehaltene graduirte Bürette, aus welcher man dann ein ganz bestimmtes Volum in eine Platinschale abfliessen liess. Dieses Blut hatte freilich nicht ganz die frühere Zusammensetzung, erstens blieb das Fibrin mit dem Quecksilber zu einem Magma vereinigt zurück und zweitens hatte das Blut auch einen Theil seines Wassers eingebüsst, doch betrug diese verdunstete Quantität einen sehr geringen Antheil der verwendeten Blutmenge, kaum 1 bis 2 Procent, und diese ist man wohl berechtigt zu vernachlässigen. Auf die Aschenbereitung wurde eine ganz besondere Sorgfalt verwendet: das Blut wurde unter öfterem Umrühren in der Platinschale auf dem Wasserbade zum Trocknen eingedampft und dann über einer kleinen Flamme so lange verkohlt, als sich noch empyreumatische Dämpfe entwickelten. Dabei stieg die Hitze niemals bis zu einer Höhe, wobei man einen Verlust an fixen Bestandtheilen befürchten konnte. Von der porösen Kohle wurde so viel als möglich in ein langes Platinschiffchen gebracht (was zu sehr an den Wänden der

Schale hing, wurde für sich verascht und nachher der übrigen Quantität zugefügt). Die Verbrennung des Schiffcheninhaltes geschah innerhalb eines Rohres, wie es bei der Elementaranalyse verwendet wird, im Sauerstoffstrome. Der ausgezogene Theil des Rohres war abgebrochen, nach unten gebogen und die Spitzen desselben unter Wasser getaucht. Nach der Verbrennung wurde das ganze Rohr mit verdünnter Salzsäure ausgespült. Auf diese Art konnte unmöglich etwas verloren gehen.

Der Gang bei der Analyse war folgender: die Asche in Salzsäure gelöst, der Ueberschuss der Säure durch Abdampfen entfernt, mit kohlensaurem Natron fast gesättigt, essigsaures Ammon in geringem Ueberschuss zugesetzt, durch Erwärmen das Fe_2O_3, PO_5, gefällt abfiltrirt, der Kalk durch oxalsaures Ammoniak gefällt und im Rückstande die übrige Phosphorsäure durch Magnesiasalz bestimmt. Dadurch erhält man die ganze Phosphorsäure. Ein Theil derselben wurde als an Kalk gebunden (nach der Formel $3CaOPO_5$) abgezogen und die übrige Phosphorsäure musste, wenn die Hypothese von Fernet richtig war, zwei Atomen Kohlensäure entsprechen.

1. Versuch.

Blut aus der *Vena jugularis* 45,93 CC.; Harn 90,07 CC. Der Harn sauer vor und nach dem Auspumpen.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Die Gesammtmenge der Gase des Blutes	22,96	709,4	450	17	15,50
Nach Absorption der CO_2 durch Kali	8,37	667,8	450	17,5	5,51

Auf 100 Volum Blut kommen also 32,70 CC. Gase, davon 21,32 Kohlensäure.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Die Gase des Harns	5,33	676,5	450	18,5	3,33

Ein Theil der Gase wurde in eine feine Messglocke übergefüllt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	2,74	613,5	450	17	1,65
Nach Kali	0,75	539,7	450	17,5	0,40

Der Harn enthielt also auf 100 V. 3,69 CC. Gase, davon 2,77 Kohlensäure.

Auf 100 Theile Blut wurde im Ganzen 0,096 PO_5 gefunden, von CaO gebunden 0,019 und die übrigen 0,077 PO_5 würden 23,90 CC. Kohlensäure entsprechen.

2. Versuch.

Blut aus der *Vena jugularis* 57,45 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der Gase des Blutes	35,42	694,4	450	17,7	23,69

Ein Theil des Gases wurde übergeführt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	29,54	704,7	450	17,7	20,05
Nach Kali	8,85	580	450	17,5	5,10

Also auf 100 V. Blut 41,23 Gase, davon 30,73 Kohlensäure.

Der Harn war vor und nach dem Auspumpen sauer = 98,70 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der Gase	10,30	631,9	450	17,7	6,68

Ein Theil wurde in eine feine Glocke übergeführt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum.	9,64	657,2	450	17,7	6,20
Nach Kali	1,37	634	450	17,5	0,857

Auf 100 V. Harn 6,77 Gase, davon 5,82 Kohlensäure.

Vom Blute wurden 43,90 CC. zur Bestimmung der PO_5 genommen. Auf 100 V. Blut wurden im Ganzen 0,104 PO_5 gefunden; von CaO gebunden 0,009; die übrigen 0,095 würden 30,01 CC. Kohlensäure entsprechen.

3. Versuch.

Blut aus der *Vena jugularis* 63,04 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammte Gasmenge	36,03	719,8	380	16,5	24,92
Nach Kali	7,47	627	380	14,7	4,64

Auf 100 V. Blut 39,54 Gase, davon 32,14 Kohlensäure.

Harn vor dem Auspumpen schwach sauer, nach dem Auspumpen alkalisch, 102,14.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Auspumpbare Gase	50,24	720,8	380	16,5	34,81
Nach Kali	2,83	440,5	380	14,7	1,22

Nachher mit verdünnter Säure versetzt gab der Harn noch Gase, die sich als reine Kohlensäure erwiesen.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gebundene Kohlensäure	9,15	644,5	380	16,5	5,45

Also enthielten 100 V. Harn 34,08 CC. freie Gase, davon 32,88 Kohlensäure und ausserdem 5,33 gebundene Kohlensäure.

Vom Blute wurden 42,50 CC. genommen und darin die PO_5 bestimmt.

100 V. Blut enthielten 0,108 PO_5, davon wurden 0,009 von CaO gebunden; die übrigen 0,99 entsprechen 31,18 CC. Kohlensäure.

Der Harn wurde auch auf PO_5 (nur die, welche an Alkalien gebunden) untersucht, und man fand in 100 V. alkalisch gemachten Harn 0,616 $2MgOPO_5$, die darin enthaltenen PO_5 würden 124,10 CC. Kohlensäure entsprechen.

4. Versuch.

Blut aus der *Vena jugularis* 60,24 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der Blutgase . .	40,84	718,5	370	15,7	28,28
Nach Kali	14,62	696,5	387	15,7	9,88

Auf 100 V. Blut 46,94 Gase, davon 30,54 Kohlensäure.

Harn vor und nach dem Auspumpen sauer, 99,12 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge	6,98	587,3	370	15,7	3,98

Ein Theil davon übergefüllt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0⁰ u. 1 M.D.
Anfangsvolum	3,93	659,5	370	16,5	2,50
Nach Kali	0,692	576,5	387	15,7	0,395

Auf 100 V. Harn 4,01 Gase, davon 3,46 Kohlensäure.

Blut zur Aschenanalyse 43 CC. genommen.

Auf 100 V. Blut 0,113 PO_5; von CaO würden 0,01 gebunden, die übrigen 0,103 würden 32,45 CC. Kohlensäure entsprechen.

5. Versuch.

Blut aus der *Arteria carotis* 58,94 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0⁰ u. 1 M.D.
Gesammtmenge der freien Gase des Blutes	33,45	720,2	363	16,8	23,09
Nach Kali	12,66	591,5	363	17,5	7,35

Zum Blute wurden 50 CC. verdünnte Säure zugesetzt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0⁰ u. 1 M.D.
Die gebundene Kohlensäure mit Luft versetzt	6,17	615,9	363	16,8	3,65
Nach Kali.	5,38	596,2	363	17,5	3,15

100 V. Blut enthalten 39,17 auspumpbare Gase, davon 26,70 Kohlensäure. Ausserdem 0,33 CC. gebundene Kohlensäure.

Harn sauer vor und nach dem Auspumpen, 105,39 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0⁰ u. 1 M.D.
Gesammtmenge der Gase des Harns	7,90	612,6	363	16,8	4,65
Nach Kali	1,924	576,8	363	17,5	0,885

100 V. Harn enthalten 4,41 Gase, davon 3,57 Kohlensäure.

Von dem mit Säure versetzten Blute wurden 72 CC. genommen (also 33,95 CC. Blut). Aus der Analyse ergab sich, dass 100 V. Blut 0,091 PO_5 enthielten, wovon 0,009 an Kalk gebunden, die übrigen 0,082 würden 25,83 CC. Kohlensäure entsprechen.

6. Versuch.

Hier führe ich noch einen Versuch an, bei welchem die Aschenanalyse nicht gemacht wurde, sondern nur die Gase des Blutes und des Harns, so wie die Exspirationsluft auf ihren Gehalt an Kohlensäure geprüft wurden. Das Blut wurde aus der *Arteria carotis* genommen. Um die Exspirationsluft zu gewinnen, wurde die Tracheotomie gemacht, eine starke Glascanüle eingebunden und dieselbe mit dem von W. Müller beschriebenen Ventile in Verbindung gesetzt. Es wurden mehrere Antheile Luft mit aller Vorsicht über Quecksilber aufgefangen und zwar gewöhnlich einer zu Anfang und ein anderer zu Ende der Exspiration, wobei auf den Thorax eine Compression ausgeübt wurde. Die Zahl der Athemzüge in der Minute war 13.

Blut aus der *Arteria carotis* 58,77 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der freien Gase des Blutes	36,96	709,5	447	14,4	25,63
Nach Kali	15,39	632	426	14,9	9,67

Auf 100 V. arterielles Blut 43,60 Gase, davon 25,45 Kohlensäure.

Der Harn vor und nach dem Auspumpen sauer, 102,67 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Die Gase des Harns	5,86	604,6	447	14,4	3,48

Da die Gasmenge zu gering war, so setzte man noch Luft hinzu.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Die Gase des Harns nach Luftzusatz	14,17	644,2	437	15,1	8,91
Nach Kali	9,49	669	426	14,9	6,30

Auf 100 V. Harn 3,31 Gase, davon 2,48 Kohlensäure.

Die Analyse der Exspirationsluft gebe ich nicht in toto wieder, sondern nur die Resultate.

Auf 100 V. Luft = 4,23 } zu einer Exspiration
- 100 - - = 7,36 }
- 100 - - = 4,19 } - - -
- 100 - - = 5,47 }
- 100 - - = 5,70 }
- 100 - - = 6,88 } - - -
- 100 - - = 9,01 }

Der folgende zweite Versuch gehört eigentlich zu einer anderen Versuchsreihe und er wird auch an seinem Orte näher beschrieben werden; hier führe ich nur die Phosphorsäurebestimmung, so wie den Gehalt des Blutes an Kohlensäure an.

7. Versuch.

Das Venenblut wurde aus dem rechten Herzen, das Arterienblut aus der *Arteria carotis* genommen.

100 V. venöses Blut enthielten 43,06 auspumpbare Gase, davon 33,05 Kohlensäure; ausserdem 3,05 gebundene Kohlensäure; Phosphorsäure = 0,0987, davon an Kalk gebunden 0,011; die übrigen 0,0877 würden 27,62 Kohlensäure entsprechen.

100 V. arterielles Blut enthielten auspumpbare Gase 50,65, davon 31,65 Kohlensäure. Gebundene Kohlensäure in Spuren. Phosphorsäure = 0,093, davon 0,010 an Kalk gebunden; die übrigen 0,088 würden 27,72 CC. Kohlensäure entsprechen.

8. Versuch.

Es wurden Harn, venöses Blut aus dem Herzen und arterielles aus der Carotis genommen. Der Harn war sauer vor und nach dem Auspumpen.

100 V. venöses Blut enthielten: auspumpbare Gase 41,62, davon 27,83 Kohlensäure. Phosphorsäure = 0,107, davon an Kalk 0,010 gebunden; die übrigen 0,097 würden 30,57 Kohlensäure entsprechen.

100 V. arterielles Blut enthielten: 42,92 auspumpbare Gase, davon 26,44 CC. Kohlensäure. Phosphorsäure = 0,119, davon an Kalk gebunden 0,010; die übrigen 0,109 würden 34,07 Kohlensäure entsprechen.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Die Gase des Harns	11,96	581	500	19,5	6,70
Nach Kali	3,64	546,3	480	18,8	2,01

Auf 100 V. Harn 6,61 Gase, davon 4,63 Kohlensäure.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich:

1. Die Angaben von Planer sind auch für den Hund begründet, so dass der Harn wirklich nur sehr wenig Kohlensäure enthält, vorausgesetzt, dass er auch nach dem Auspumpen

sauer reagirt. Der Harn, welchen Planer beobachtete, reagirte wahrscheinlich nach dem Auskochen neutral oder basisch, denn sonst lässt sich nicht begreifen, wie er Kohlensäure aus saurem Harn durch Säuren bekommen konnte. Zur Uebersicht meiner Versuche gebe ich die nachstehende Tabelle:

100 Volume Harn.	Gesammtmenge der Gase	Freie Kohlensäure	Gebundene CO_2.
1. Versuch Harn sauer . .	3,69	2,77	—
2. - - - . .	6,77	5,82	—
3. - - alkalisch .	34,08	32,88	5,33
4. - - sauer . .	4,01	3,46	—
5. - - - . .	4,41	3,57	—
6. - - - . .	6,61	4,63	—
7. - - - . .	3,31	2,48	—

Wenn der Harn sauer reagirt, so schwankt also die Kohlensäure zwischen 2,77 und 5,82 Proc., im Mittel 3,79 Proc.

2. Es ist gar kein Verhältniss zwischen der auspumpbaren Kohlensäure des Blutes und der Kohlensäure im Harn. Man ersieht es aus folgender Tabelle:

	Blut	Harn
Nr. 1	21,32	2,77
- 2	30,73	5,82
- 3	32,14	38,11
- 4	30,54	3,46

	Blut	Harn
Nr. 5	26,70	3,57
- 6	25,45	2,48
- 7	27,83 26,44	4,63

3. Die Beziehung zwischen dem Gehalt des Blutes an Phosphorsäure und der auspumpbaren Kohlensäure scheint dagegen eine innigere. Im Allgemeinen wächst die Kohlensäuremenge mit der Zunahme an Phosphorsäure; doch sieht man sogleich, dass die Annahme von Fernet, als würde von jedem Atom 2NaO, HO, PO_5, also für jedes Atom Phosphorsäure zwei Atome Kohlensäure gebunden, für das Blut des Hundes sich nicht rechtfertigt; denn meistentheils würde das Salz dazu so viel Kohlensäure verlangen, dass die wirklich vorhandene Menge der letzteren gar nicht genügen würde; ausserdem muss ja noch eine Quantität an $NaOCO_2$ gebunden und eine andere auch noch als diffundirt angenommen werden. Um mit dem von Fernet hingestellten chemischen Princip in Einklang zu bleiben, muss man die Annahme machen, dass der Phosphor auch in anderer Form denn als Phosphorsäure enthalten sei (wohl kaum eine nennenswerthe Quantität), oder dass auch andere Körper, vielleicht Eiweiss-Substanzen oder Harnsäure

die Stelle der Kohlensäure vertreten, das heisst mit phosphorsaurem Natron in Verbindung treten können.

Es ist wohl höchst wahrscheinlich, dass der grösste Theil der Kohlensäure durch das phosphorsaure Natron gebunden wird; nur ein geringer wird als diffundirt im Blute enthalten sein.

Leider ist der Partiardruck, unter dem die Kohlensäure im Harne steht, für die Temperatur des Körpers gar nicht anzugeben, weil der Absorptions-Coëfficient des Harnes, der die normale Blutwärme besitzt, nicht bekannt ist. Denn wenn man selbst dem Harne und dem Wasser gleiche Fassungskraft für Gase ertheilen wollte, so würde dieses noch immer nichts helfen, da auch der Absorptions-Coëfficient des Wassers zwischen 35,5 bis zu 40° C unbekannt ist und sich aus der Formel von Bunsen auch nicht ableiten lässt.

Wegen Mangel an einem Bunsen'schen Absorptionsmeter konnte ich die Bestimmung des Absorptions-Coëfficienten nicht machen und es frägt sich überhaupt, ob man bei einer so hohen Temperatur leicht zu richtigen Resultaten kommen würde.

Hier folgt die Tabelle:

	PO_5menge	Gefundene Kohlensäuremenge	Die Kohlensäuremenge, welche nach Fernet nöthig wäre
Venöses Blut Nr. 1 . . .	0,08	21,32	23,90
- - - 2 . . .	0,095	30,73	30,01
- - - 3 . . .	0,099	32,14	31,18
- - - 4 . . .	0,103	30,54	32,45
- - - 7 . . .	0,088	33,05	27,72
- - - 9 . . .	0,097	27,83	30,57
Arterielles - - 5 . . .	0,082	26,70	25,83
- - - 6 . . .	0,088	31,65	27,72
- - - 8 . . .	0,109	26,44	34,07

II.

Um dem Processe in den Lungen näher zu kommen, wurde eine andere Versuchsreihe angestellt. Ich hatte nämlich bei meinen Versuchen immer mehr gebundene Kohlensäure im venösen Blute als im arteriellen gefunden, doch da das Blut nicht aus Einem Thiere genommen und da das Verhältniss des Cruors zum Serum ein verschiedenes sein konnte, so war dieses Resultat nicht als ein gesichertes anzunehmen. Es war von höchstem Interesse diese Thatsache mit Berücksichtigung aller möglichen Cautelen zu prüfen; stellte sich auch dennoch

das oben erwähnte Verhältniss als constant heraus, so war das ein zwar indirecter aber um nichts weniger schlagender Beweis, dass die Annahme einer besonderen Einwirkung der Lunge auf die Kohlensäureverbindungen im Blute eine richtige sei. Der Versuch wurde auf folgende Art gemacht. Es wurde bei einem und demselben Thiere so viel als möglich gleichzeitig Blut aus dem rechten Herzen und der *Arteria carotis* über Quecksilber aufgefangen. Das venöse Blut wurde aus mehreren Gründen aus dem Herzen genommen: erstens bekam man auf solche Weise im gewissen Sinne ein mittleres venöses mit Lymphe gemischtes Blut und dann liegt auf der Bahn zwischen dem rechten Herzen und der Carotis als Veränderungsmittel des Blutes nur die Lunge. Doch um das Verhältniss des Cruors zum Plasma genauer zu kennen, wurden immer von beiden Blutarten eine abgemessene Quantität genommen und davon die Färbekraft nach der Methode von Welcker bestimmt. Wurde eine Aschenanalyse gemacht, so berücksichtigte man auch den Gehalt an Eisen.

Das Auffangen des Blutes aus dem rechten Herzen ist nicht auf gewöhnlichem Wege zu erzielen, da wie bekannt das Blut in demselben unter negativem Drucke steht und darum durch eine eingeführte Canüle nicht nach aussen abfliesst. Es wurde desshalb durch die *Vena jugularis* ein gerades Katheter ins Herz eingeführt. Am freien Ende ist ein Kautschukschlauch angebunden und dieser steht durch ein Glasrohr (um etwa vorhandene Luftblasen sehen zu können) mit einem zweiten Schlauche in Verbindung; an diesen letzteren setzt man eine gut ziehende Spritze und entfernt dadurch die im Katheter befindliche Luft; die Spritze muss mehrere Mal angesetzt werden; zuletzt legt man eine Klemme an den Schlauch und bringt ihn in die Quecksilberwanne und entfernt durch Druck die über der Klemme sitzende Luft.

In der Wanne steht schon das mit Quecksilber gefüllte Gefäss zum Auffangen des Blutes (siehe Fig. 1, *b*); an dem Halse desselben ist ein Kautschukschlauch befestigt und es steckt in der Oeffnung desselben ein Kautschukpfropf mit zwei Glasröhrchen; die eine verbindet man mit dem aus dem Herzen kommenden Schlauche und die andere mit einem mit Quecksilber gefüllten senkrecht nach unten laufenden Rohr, welches in eine Schale mit Quecksilber taucht; das Rohr ist mit einer Klemme geschlossen; öffnet man dieselbe, und ebenso die Klemme, welche am Schlauche liegt, der aus dem Herzen kommt, so entsteht ein starker Zug und das Blut steigt in das Gefäss.

Dieses Verfahren, welches sich in der Beschreibung sehr einfach ausnimmt, hat in der Ausführung darum Schwierigkeiten, weil das Venenblut leicht gerinnt und sich in der langen Röhre leicht noch eine Luftblase verbirgt, die erst durch einen rascheren Strom in den Recipienten übergeführt wird. Ist dieses geschehen, und die nothwendige rasche Arbeit lässt es leider nicht immer vermeiden, so muss man eine neue Portion Blut auffangen; aus diesem Grunde stellte ich mir immer noch einen zweiten kalibrirten Recipienten zur Hand. Der geringe N-gehalt, den die analysirten Gasmengen darbieten, beweist, dass diese Schwierigkeit überwunden wurde. Auffallend ist in dieser Beziehung nur der erste der folgenden Versuche. Da aber hier das arterielle Blut noch N-reicher als das venöse ist, da das Auffangen des arteriellen ganz ohne alle Schwierigkeiten geschehen kann, und da auch keine Luftblasen in den beiden Röhren bemerkt wurden, so muss hier das Blut selbst sehr reich an N gewesen sein.

Die beiden gleichzeitig aufgefangenen Blutarten konnten natürlich nicht gleichzeitig ausgepumpt werden, sondern es konnte der zweite Blutbehälter erst mehrere Stunden nach dem ersten mit dem Apparat verbunden werden. Um die Veränderungen des aus der Ader gelassenen Blutes zu vermeiden, wurde deshalb das später auszukochende Blut in Eis gestellt. Meist wurde zuerst das arterielle, einige Male aber auch zuerst das venöse Blut gasfrei gemacht.

Auf die Bestimmung der gebundenen Kohlensäure wurde eine besondere Sorgfalt verwendet, und ehe man die Säure zusetzte, so lange gepumpt, bis gar kein Gas mehr gewonnen werden konnte.

Für die Bestimmung der gebundenen CO_2 selbst war die neue Form der Gefässe für den leeren Raum aus zwei Gründen günstig; man konnte mittelst derselben das abgeschiedene Gas ohne die geringste Verunreinigung mit Blut bis zum letzten Bläschen in das Sammelrohr leiten, und man konnte auch die in die Kugeln eingedrungene Flüssigkeit fast vollkommen wieder in den Blutbehälter zurückführen. Das erstere gelingt darum, weil die Kugelgefässe (Fig. 2) eine weite (*b*) und eine enge Mündung (*a*) besitzen; die letztere wird bei aufrechter Stellung des Apparates nach oben gerichtet, so dass die capillare Oeffnung der Kugel *B* in Fig. 1 an das Sammelrohr grenzt. Durch diese Oeffnung tauscht sich das Quecksilber gegen das Gas nur dann aus, wenn man auf den vom Sammelrohr ausgehenden Schlauch drückt, und somit hat man es in der

Hand, Luftbläschen um Luftbläschen emporsteigen zu lassen. — Für das vollkommene Zurückfliessen des in den Kugeln zurückgebliebenen Blutes war besonders der Umstand günstig, dass bei der horizontalen Lage des Apparates das Blutgefäss (Fig. 1, *C*) auf den höchsten Punkt zu stehen kam. Um die Flüssigkeit aus den Kugeln in das Blutgefäss zurückzubringen, verfuhr ich folgendermassen. Nachdem das Kochen vollendet und das Blut, so weit es in der aufrechten Stellung des Apparates möglich, in das Blutgefäss zurückgetreten war, wurde das Quecksilber bis an die Verbindung *A* und *B* emporgetrieben, mit der Vorsicht, dass keine Flüssigkeit in *B* überging. Hierauf ward die Klemme zwischen *A* und *B* geschlossen, dann der Apparat horizontal gelegt und in dieser Stellung so lange fixirt, bis alle Flüssigkeit in das Blutgefäss aufgestiegen war. War dieses geschehen, so wurde der Apparat wieder aufgerichtet, die Klemme zwischen *A* und *B* geöffnet und das Quecksilber in *A* eingetrieben, jedoch nur so weit, dass es doch immer noch unter einem viel geringeren Druck als dem der Atmosphäre stand, und darauf sogleich in das Sammelrohr eingelassen. Dieses ist bei dem Auffangen der chemisch gebundenen Kohlensäure darum möglich, weil es sich hier meist um sehr geringe Gasvolumina handelt. Da die Kugel, in der das Gas zuletzt verweilte, sehr wenig Flüssigkeit enthielt, und das Gas selbst eine geringe Dichtigkeit besass, so kann der Gasverlust auch nur ein sehr geringer sein.

1. Versuch.

Die beiden Blutarten hatten fast genau dieselbe Färbekraft.

1. Arterielles Blut aus der *Arteria carotis* 61,43 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	41,66	712	424	17,5	28,52
Nach Kali	15,89	616,5	410	17	9,67

Ein Theil wurde ins Eudiometer übergefüllt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	10,99	580	407	17	6,16
Nach Wasserstoffzusatz	44,49	668,5	400	16,5	28,69
Nach Verpuffung	23,28	682,7	395	16,7	15,30

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	33,72	710,4	424	17,5	23,03
Nach Kali	30,80	723,3	410	17	21,86

Auf 100 V. arterielles Blut: auspumpbare Gase 46,42, davon 30,88 Kohlensäure, 11,39 Sauerstoff und 4,18 Stickstoff. Gebundene Kohlensäure 1,90.

2. Venöses Blut 59,28 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	32,39	699,8	420	16	21,94
Nach Kali	7,56	568	417	16,5	4,27

Ins Eudiometer übergefüllt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	7,93	556,3	407	17	4,27
Nach Wasserstoffzusatz	31,36	654	400	16,5	16,84
Nach Verpuffung	16,63	627	395	16,7	9,45

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	29,96	708,7	420	16	20,55
Nach Kali	25,98	674,1	417	16,5	17,29

100 V. venöses Blut enthielten: auspumpbare Gase 37,01, davon 29,32 Kohlensäure, 4,15 Sauerstoff, 3,05 Stickstoff. Gebundene Kohlensäure 5,49.

2. Versuch.

Das arterielle Blut war verhältnissmässig dunkel: zwischen der Färbekraft des arteriellen und venösen Blutes kein erheblicher Unterschied. Der Apparat schloss nicht vollständig und es kamen einige kleine Luftblasen von aussen hinein. Darum wurde nur die Kohlensäure bestimmt.

1. Arterielles Blut 54,16 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	33,92	715,4	377	18	19,97
Nach Kali	7,04	577,4	330	16,2	4,02

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz	26,57	666	377	18	17,00
Nach Kali	24,77	641,5	380	16,2	15,42

100 V. arterielles Blut enthielten: auspumpbare Kohlensäure 29,45; gebundene 2,92.

2. Venöses Blut 59,27 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	37,59	672,5	392	17,5	24,18

Das Gas wurde in eine andere Glocke übergeführt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	33,67	714,6	390	17,5	23,04
Nach Kali	6,30	595	370	16,5	3,69

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz	16,37	631,5	390	17,5	11,15
Nach Kali	14,59	619	370	16,5	8,89

100 V. venöses Blut enthielten: auspumpbare Kohlensäure 29,45; gebundene 2,92.

3. Versuch.

Das erste Blut aus dem Herzen ging verloren und darum konnte das Blut aus der Carotis und dem Herzen nicht gleichzeitig aufgefangen werden. Die Färbekraft des venösen Blutes war eine kaum merklich stärkere.

1. Arterielles Blut 51,80 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	36,47	719,4	517	13,7	26,24
Nach Kali	14,12	630,5	520	16,5	9,84

Gebundene Kohlensäure war nur in Spuren vorhanden.

Nach der Absorption der Kohlensäure wurde das Gas ins Eudiometer übergeführt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	8,62	543,5	510	16,8	4,60
Nach Wasserstoffzusatz	44,80	716,2	503	18	30,05
Nach Verpuffung	31,27	664,5	503	18	17,19

Auf 100 V. arterielles Blut: 50,65 auspumpbare Gase, davon 31,65 Kohlensäure, 17,70 Sauerstoff, 1,25 Stickstoff, gebundene Kohlensäure in Spuren.

Von dem mit Säure versetzten arteriellen Blute wurden 56 CC. (welche 34,20 CC. Blut enthielten) zur Aschenanalyse verwendet. Es ergab sich auf 100 V. Blut 0,080 Fe_2O_3 und 0,098 PO_5.

2. Venöses Blut 60,36 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	37,58	706,2	517	13,7	26,21
Nach Kali	9,95	611,3	520	16,5	6,09

Ins Eudiometer übergeführt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	11,02	545,5	510	16,8	6,11
Nach Wasserstoffzusatz	51,53	713,5	503	18	35,84
Nach Verpuffung	30,96	706,5	495	18,7	19,32

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	15,85	653,3	517	13,7	10,25
Nach Kali	13,09	641,8	520	16,5	8,39

Auf 100 V. venöses Blut auspumpbare Gase 43,06, davon 33,05 Kohlensäure, 9,20 Sauerstoff, 1,00 Stickstoff. Gebundene Kohlensäure 3,05.

Von dem mit Säure versetzten Blute wurden zur Aschenanalyse 61 CC. (die 43,74 CC. des ursprünglichen entsprechen) verwendet. 100 V. Blut enthielten Fe_2O_3 = 0,078 Grm. und PO_5 = 0,0987.

4. Versuch.

1. Arterielles Blut 56,54 CC. (zum venösen verhielt sich seine Färbekraft wie 104:100).

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	36,82	689	490	20	24,27
Nach Kali	15,79	601,5	487	18,8	9,32

Ein Theil des rückständigen Gasvolums ins Eudiometer übergeführt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	11,88	580,7	478	17,8	6,66
Nach Wasserstoffzusatz	43,96	687,4	475	18	29,15
Nach Verpuffung	19,18	573	472	18,3	10,82

Gebundene Kohlensäure nur in Spuren.

100 V. arterielles Blut enthalten also auspumpbare Gase = 42,92, davon 26,44 Kohlensäure, 15,24 Sauerstoff und 1,23 Stickstoff. Zur Aschenanalyse wurden 62 CC. mit Säure versetztes Blut (42,85 CC. entsprechend) verwendet und es ergab sich auf 100 V. Blut Fe_2O_3 = 0,100; PO_5 = 0,119.

2. Venöses Blut 56,87 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	34,89	705,2	500	19,5	23,67
Nach Kali	12,81	619,3	480	18,8	7,84

Ins Eudiometer übergeführt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	11,90	578,2	478	17,8	6,68
Nach Wasserstoffzusatz	47,78	630	475	18	29,12
Nach Verpuffung	18,56	592	472	18,3	10,63

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	20,42	647,9	490	20	12,67
Nach Kali.	18,55	639,7	437	18,8	11,72

100 V. venöses Blut enthalten: auspumpbare Gase 41,62, davon 27,83 Kohlensäure, 12,61 Sauerstoff und 1,17 Stickstoff. Gebundene Kohlensäure = 1,67.

Zur Aschenanalyse wurden 68 CC. mit Säure versetztes Blut (47,23 CC. entsprechend) genommen. Auf 100 V. Blut $Fe_2O_3 = 0{,}094$; $PO_5 = 0{,}107$.

5. Versuch.

Das arterielle Blut wurde zuerst aufgefangen, die Färbekraft des venösen merklich stärker.

1. Arterielles Blut 52,40 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase.	31,16	717,8	465	15	21,83
Nach Kali.	11,18	632	454	16	7,03

Ins Eudiometer übergeführt.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	11,31	581	447	15,3	6,43
Nach Wasserstoffzusatz	41,15	700	443	15,6	28,01
Nach Verpuffung	19,07	576,8	443	15,7	10,97

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	22,26	672,5	465	15	14,64
Nach Kali.	21,29	661,5	454	16	13,97

100 V. arterielles Blut enthalten: auspumpbare Gase 31,34, davon 28,02 Kohlensäure, 11,76 Sauerstoff und 1,66 Stickstoff, ausserdem 1,26 gebundene Kohlensäure.

2. Venöses Blut 58,96 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0⁰ u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	35,59	724,5	464	15,1	25,15
Nach Kali	9,60	622,8	458	15,3	5,96

Ins Eudiometer übergeführt:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0⁰ u. 1 M.D.
Anfangsvolum	9,94	561,3	447	15,2	5,48
Nach Wasserstoffzusatz	44,14	618,2	443	15,6	26,62
Nach Verpuffung	20,77	576,8	443	15,7	11,69

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0⁰ u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz	23,87	650,6	464	15,1	15,19
Nach Kali	20,44	707,3	458	15,3	13,39

100 V. venöses Blut enthielten: 42,64 auspumpbare Gase; davon 32,53 Kohlensäure, 8,85 Sauerstoff, 1,25 Stickstoff. Ausserdem 3,06 gebundene Kohlensäure.

6. Versuch.

Der Hund wurde 3½ Stunde vor dem Versuche gefüttert und wie die Section nachher zeigte, war die Verdauung schon weit fortgeschritten und die Chylusgefässe stark angefüllt. Das Arterienblut wurde um einige Minuten später aufgefangen. In der Färbekraft beider Blutarten kein erheblicher Unterschied.

1. Arterielles Blut 57,89 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0⁰ u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	34,92	727,9	431	15,4	23,68
Nach Kali	14,08	701	400	15,2	9,74

Ins Eudiometer übergeführt:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0⁰ u. 1 M.D.
Anfangsvolum	10,03	551	401	15,2	5,48
Nach Wasserstoffzusatz	43,66	707,8	394	15,4	29,91
Nach Verpuffung	24,28	677,5	392	14,8	15,03

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	17,65	664,1	431	15,4	10,39
Nach Kali	16,60	640,8	400	15,2	10,54

100 V. arterielles Blut enthielten: auspumpbare Gase 45,55, davon 26,80 Kohlensäure, 16,95 Sauerstoff und 1,80 Stickstoff. Gebundene Kohlensäure 0,67.

2. Venöses Blut 59,80 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	37,18	694,4	420	15,3	25,04
Nach Kali.	11,44	608,5	406	15,2	6,96

Ins Eudiometer übergeführt:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	12,80	557,5	401	15,2	6,96
Nach Wasserstoffzusatz	51,03	669,1	394	15,4	33,09
Nach Verpuffung	23,14	635	392	14,8	14,29

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	25,78	690,7	420	15,3	17,29
Nach Kali	23,91	692,4	406	15,2	16,35

100 V. venöses Blut enthalten: 41,87 auspumpbare Gase, davon 30,26 Kohlensäure, 10,46 Sauerstoff, 1,15 Stickstoff; gebundene Kohlensäure 1,57.

Zur leichteren Uebersicht stelle ich jetzt die Resultate der ganzen Versuchsreihe tabellarisch zusammen, wobei Alles auf 100 Volume Blut berechnet ist.

		Gesammtmenge auspumpb. Gase b. 1 M. *Hg* u. 0° C.	Kohlensäure	Sauerstoff	Stickstoff	Gebundene Kohlensäure	Färbekraft	Eisen
1. Versuch	Arterielles Blut	46,42	30,88	11,39	4,18	1,90	stärker	—
	Venöses -	37,01	29,82	4,15	3,05	5,49	—	—
2. -	Arterielles -	—	29,45	—	—	2,92	kein Unterschied	—
	Venöses -	—	34,26	—	—	3,81		—
3. -	Arterielles -	50,65	31,65	17,70	1,25	Spuren	—	0,080
	Venöses -	43,06	33,05	9,20	1,00	3,05	stärker	0,078
4. -	Arterielles -	42,92	26,44	15,24	1,23	Spuren	stärker	0,100
	Venöses -	41,62	27,83	12,61	1,17	1,67	—	0,094
5. -	Arterielles -	41,34	28,02	11,76	1,66	1,26	—	—
	Venöses -	42,64	32,53	8,85	1,25	3,06	stärker	—
6. -	Arterielles -	45,55	26,80	16,95	1,80	0,67	kein Unterschied	—
	Venöses -	41,87	30,26	10,46	1,15	1,57		—

Diese Tabelle hat in so ferne ein hohes Interesse, als sie eine Vergleichung zulässt zwischen den Gasen der beiden Blutarten bei einem und demselben Thiere: es sind in dieser Beziehung die ersten Zahlenwerthe, welche nach einer zuverlässigen Methode gewonnen sind. Sie werden zu mancher interessanten Schlussfolgerung führen können: hier kann ich mich aber nur auf das einlassen, was mich nicht zu weit von dem Untersuchungsgegenstand ablenkt. Das arterielle Blut enthält also im Mittel auf 100 Volum 5,5 CC. Sauerstoff mehr und 4,6 CC. Kohlensäure weniger als das venöse, ein Verhältniss, welches fast demjenigen gleich ist, welches man zwischen eingeathmetem Sauerstoff und ausgeathmeter Kohlensäure bei Fleischfressern findet. Was für uns aber von grösserem Interesse ist, sind die Zahlenwerthe der gebundenen Kohlensäure:

Es erweist sich als constant, dass die Menge der gebundenen Kohlensäure im venösen Blute beträchtlicher ist als im arteriellen, so dass im Mittel die Hälfte des Unterschiedes der Kohlensäure im arteriellen und venösen Blute auf die gebundene Kohlensäure fällt. Diese Thatsache erhebt die Einwirkung der Lunge auf die Kohlensäureverbindungen zur Gewissheit, dabei lässt sie aber unentschieden, worin diese Einwirkung besteht.

III.

Obgleich die zuletzt angeführte Versuchsreihe die grössere Quantität der gebundenen Kohlensäure im venösen Blute als unabhängig von der Mischung aus Körperchen und Serum dargethan hatte, so schien es doch von Interesse noch die Gase des Serums zu untersuchen: um so mehr, da man noch ganz im Dunkel über diesen Gegenstand war. Zunächst ging ich darauf aus, die Gase des Gesammtblutes und des Serums, welches aus jenem Blute gewonnen war, zu vergleichen. Den Stoff zur Untersuchung verschaffte mir die folgende Einrichtung. Fig. 3. Der breite Boden *c* eines langen Cylinderglases *dd* war central durchbohrt; in die Oeffnung war ein genau passendes Glasrohr eingelackt, dessen eine Mündung *c* in gleicher Ebene mit der inneren Bodenfläche lag, dessen andere *a* aber um mehrere Centimeter vom Boden emporstand, so dass auf dieses äussere Ende des Rohres ein Kautschukschlauch mit Klemme gesetzt werden konnte. Auf den Boden *c* war ausserdem ein weites aber kurzes Cylinderglas (ein abgesprengtes Trinkglas) aufgelackt, das als Quecksilberwanne dienen konnte. Die Mündung des langen Cylinders *dd* war mit einen zweimal durchbohrten Kork verschlossen; der Kork war sehr genau eingelackt und mit Siegellack überzogen. Durch die Bohrlöcher gingen zwei Glasröhren, eine *g* bis zur inneren Fläche des Korks, die andere *e* bis etwas über die halbe Höhe des Cylinders. Die beiden äusseren rechtwinklig umgebogenen Enden der Röhren *f* und *h* waren mit Kautschukschläuchen und Klemmen versehen. Der in dieser Weise vorgerichtete Cylinder hing in der gezeichneten Stellung in der Klammer eines starken Halters *ii* und tauchte mit seinem unteren Ende in eine mit Hg gefüllte Schale. Nachdem bei *h* ein langes Trichterrohr angesetzt war, wurde die Klemme bei *a* und vorübergehend auch die bei *f* gelichtet; nun konnte der Cylinder vollkommen mit Hg gefüllt werden. War dieses geschehen, so wurden alle Oeffnungen geschlossen und die Mündung bei *f* mit der Canüle in Verbindung gesetzt, welche aus einer Carotis eines sehr grossen Hundes kam. Nach Lösung der Verschlüsse bei *f* und *h* drang das Blut sehr geschwind in den Cylinder, wobei durch den aufsteigenden Blutstrom eine gleichförmige Mischung erzielt wurde. Nachdem eine genügende Quantität Blut (ungefähr 800 CC.) eingeflossen war, wurde der Hund entfernt, bei *h* die Klemme geschlossen, dann in die Mündung bei *h* das Trichterrohr eingesetzt und vorsichtig mit Hg gefüllt, zugleich brachte man über den

Schlauch bei *f* das gewöhnliche mit Quecksilber gefüllte Glasgefäss zum Auffangen des Blutes an. Oeffnete man jetzt die Klemme bei *h* und goss in den Trichter Quecksilber, so füllte sich der Blutrecipient mit Blut. Alle diese Handgriffe müssen rasch abgewickelt werden, damit sie vor Gerinnung des Blutes beendet sind.

Darauf wurden alle Klemmen des langen Cylinders geschlossen und derselbe in der gezeichneten Stellung in eine kleinere Schale voll Quecksilber übergeführt, die in einer grossen Zinktonne stand; hier angelangt, wurde der Cylinder rings mit Eis eingehüllt und während 24 Stunden sich selbst überlassen. Nach jener Zeit hatte sich im coagulirten Blute der Kuchen gesenkt und es stand ein sehr reines Serum über demselben. Dieses letztere war nun leicht in das beim Auspumpen verwendete Gefäss überzuführen. Zu dem Ende wurde der Cylinder vorsichtig aus dem Eis gehoben, der lange Trichter in die Oeffnung bei *h* gesteckt, mit Hg gefüllt, dann wurde der mit Hg gefüllte Recipient über die Mündung bei *a* gestürzt, hierauf die Klemmen bei *h* und *a* geöffnet, so dass nun das in den Trichter nachgegossene Quecksilber das Serum in den Recipienten übertrieb.

Das Blut, welches unmittelbar nach dem Aderlasse aus dem langen Cylinder in den kalibrirten Recipienten gebracht war, wurde, nachdem es daselbst durch Schütteln entfaserstofft war, neben dem langen Cylinder in Eis gestellt und ebenfalls erst am andern Tage analysirt, so dass, wenn die Blutgase in der niederen Temperatur noch Veränderungen erlitten haben sollten, diese bei beiden Blutarten gemeinsam stattgefunden haben mussten.

1. Versuch.

Der Hund hatte vor dem Versuche eine starke Mahlzeit gehalten und darum hatte sich über dem schwach röthlichen Serum noch eine Fettschicht gesammelt.

Vom Blute wurden 56,59 CC. genommen.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	34,61	706,2	397	16,2	23,58
Nach Kali	15,81	613,9	377	16	9,58

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	16,28	636,2	397	16,2	10,02
Nach Kali	14,59	634,6	377	16	9,12

Vom Serum wurde 59,29 CC. verwendet.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	11,78	586,8	395	16,4	6,69
Nach Luftzusatz	19,83	632,2	391	16,5	12,09
Nach Kali	10,45	583	388	16	6,04

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	39,53	726,5	391	16,5	27,63
Nach Kali	19,78	696,4	388	16	13,54

100 V. Blut enthielten: auspumpbare Gase 41,48, davon 24,62 Kohlensäure; ausserdem 1,59 gebundene Kohlensäure.

100 V. Serum enthielten: auspumpbare Gase 11,28, davon 10,20 Kohlensäure und 23,77 gebundene Kohlensäure.

Aus diesem Versuch hatte sich allerdings ergeben, dass das Gesammtblut viel weniger gebundene Kohlensäure enthielt als das Serum, aber es war doch nicht wahrscheinlicher geworden, dass die gebundene Kohlensäure des Gesammtblutes allein aus dem Serum stamme, denn unter der Voraussetzung, dass die gebundene Kohlensäure dem Serum allein angehöre, hätte das Gesammtblut nur 15 Procent Serum enthalten, eine Annahme, die im vollen Widerspruche mit den am Blute selbst gemachten Beobachtungen über die Menge des abgeschiedenen Serums stand. Die Beobachtung galt um so mehr, als auch alle von Setschenow untersuchten Blutarten so wenig gebundene Kohlensäure gegeben hatten. Man musste also abnehmen, dass sich hier noch etwas anderes einmischte, und der Gedanke lag nahe, dass die Blutkörperchen selbst eine austreibende Kraft auf die Kohlensäure ausübten. Diese Annahme sollte durch einen zweiten Versuch geprüft werden. Es wurde wieder wie das erste Mal Blut aufgefangen und nachdem sich das Serum abgesetzt hatte, wurden zwei Portionen

von dem letzteren in zwei Blutgefässen aufgefangen; ausserdem hatte man noch in zwei andere eine gemessene Quantität Blut gesammelt. In der einen Portion Serum und Blut bestimmte man auf die gewöhnliche Art, sowohl die freie als gebundene Kohlensäure; bei der anderen Portion Serum bestimmte man, um die Identität beider Serumarten nachzuweisen, nur die freie Kohlensäure, darauf liess man das Blut zufliessen, pumpte wieder die Gase aus und bestimmte jetzt erst die chemisch gebundene Kohlensäure des Gemenges aus Blut und Serum. Das Verfahren war dabei folgendes: an den freien Hals der Kugel *A* Fig. 1 wurde mit einem Kautschuk ein T-förmiges Glasrohr, wie es die Figur bei *C* zeigt, angebunden; das mittlere Stück war mit der Kugel verbunden und an den Seiten hingen die Gefässe *b* und *b'* mit Serum und Blut, durch Klemmen geschlossen; so konnte man die Flüssigkeiten im Apparat selbst mischen. Die Resultate des Versuchs waren folgende:

Die erste Portion Serum 52,47 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Auspumpbare Gase	15,08	650,8	377	17	9,41
Nach Kali	1,91	523,3	368	18	0,98

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum	14,02	648,6	377	17	8,74

Nach Kali blieb nur eine unmessbare Spur.

Vom Blute wurden 54,50 CC. verwendet.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase	33,10	713,8	385	16,1	22,75
Nach Kali.	14,00	638,7	359	16,1	8,70

Gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	10,11	640,2	385	16,1	6,25
Nach Kali	9,31	638,5	368	18	5,81

Die zweite Portion Blut betrug 57,87 und die zweite Portion Serum 52,62 CC.

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Gesammtmenge der auspumpbaren Gase des Serum	15,77	673,4	374	17,2	10,18
Nach Kali	3,30	543,8	370	17,8	1,76

Die chemisch gebundene Kohlensäure:

	Volum	*Hg* Druck	W. Druck	Temp.	V. bei 0° u. 1 M.D.
Anfangsvolum nach Luftzusatz . .	14,10	650,8	374	17,2	8,81
Nach Kali	11,47	626,8	370	17,8	6,85

Zur Uebersicht folgt die Tabelle, wobei alles auf 100 Volume berechnet.

	Gesammt-menge	Freie CO_2	Gebundene CO_2
Blut	41,74	25,78	0,81
Erste Portion Serum	17,93	16,06	16,65
Zweite - -	—	16,00	—
Das Gemisch.	—	—	1,77

Diese Resultate sind wohl ein schlagender Beweis, dass die Blutkörperchen dazu beitragen die Kohlensäure aus dem Blute auszutreiben. Diese Wirkung scheint aber nur bei einem sehr erniedrigten partiaren Druck einzutreten, denn sonst ist es nicht einzusehen, warum sie bei den Versuchen von Lothar Meyer ausblieb. In den Lungen ist aber der Kohlensäuredruck ein beträchtlicher und es werden also wohl noch andere Momente nöthig sein, um die Wirkung der Blutkörperchen zu unterstützen.

Hier will ich auf einiges aufmerksam machen, was mir bei den Versuchen von Interesse erschien. Beim Auspumpen verhalten sich die Gase des Blutes und des Serums ganz verschieden. Die Gase des Blutes entweichen sehr leicht; bei der vierten Auspumpung bekommt man gewöhnlich nichts mehr; für das Serum muss man 6 — 7 Mal das Vacuum erneuern, um es gasfrei zu bekommen. Was ich vom Blute sagte, gilt hauptsächlich für das arterielle; das venöse verhielt sich etwas verschieden, es ist auch schwerer auspumpbar.

Da ich bei meinen zahlreichen Versuchen (wobei die Umstände immer identisch wurden) dies immer sich wiederholen sah, so muss ich es für ein von der Zusammensetzung der Blutarten abhängiges Phänomen halten.

Was die Frage anbelangt, in welchen Verbindungen die Kohlensäure im Blute und Serum enthalten ist, so fehlt noch manches, um sich davon volle Rechenschaft geben zu können; doch scheint mir für das Blut Folgendes höchst wahrscheinlich: der geringe Theil, welcher nur durch Säuren austreibbar ist, wird sich in der Form von einfach kohlensauren Alkalien im Blute vorfinden; von der auspumpbaren Menge würde ein Theil diffundirt, der andere und viel bedeutendere von $NaOCO_2$ und $2NaO, HO, PO_5$ zurückgehalten werden. Was das Serum anbelangt, so könnte man versucht sein auch den chemisch gebundenen Antheil als einfach kohlensaures Salz zu betrachten; doch stimmt dafür nicht die grosse Menge; wäre das der Fall, so müsste auch im Blute eine viel bedeutendere Menge von chemisch gebundener Kohlensäure gefunden werden. Mir scheint, dass auch hier nur ein geringer Theil sich in Form von einfach kohlensauren Alkalien vorfindet, und dass die Hauptrolle wieder das phosphorsaure Natron spielt, nur ist, da im Serum die austreibende Kraft der Blutkörperchen wegfällt, die Verbindung eine viel starrere. Man könnte dagegen die Versuche von Fernet anführen; er hat nämlich gefunden, dass das phosphorsaure Natron alle Kohlensäure im luftleeren Raume verliert; doch gilt dies nur für eine rein wässerige Lösung, es ist nicht unwahrscheinlich, dass im Blute (wegen seiner physikalischen oder anderen nicht näher zu bestimmenddn Eigenschaften) die Verbindung noch schwerer sich aufheben lässt, wenigstens scheint dafür manches zu sprechen. Wenn man das Serum anfängt auszupumpen, so bekommt man beim ersten Auffangen eine bedeutende Quantität Gas, dann werden die Mengen immer geringer und geringer und man hat fast kein Kriterium um zu sagen, dass der Versuch beendigt ist (alles was man sagen kann ist, dass die Menge so klein ist, dass man sie nicht mehr auffangen kann). Es ist wohl denkbar, dass das erste ganze oder halbe Atom schwächer zurückgehalten wird als das zweite zuletzt zurückbleibende. Doch ist diese und manche andere Frage erst noch durch spätere Beobachtungen zu lösen. Gern würde ich dieses schon jetzt gethan haben, aber ich konnte es wegen Mangel an grossen Hunden nicht ausführen. Es muss überhaupt bemerkt werden, dass man oft mehrere Hunde opfern muss, bis ein Versuch gelingt: der Erfolg hängt ganz von der Coagulation

des Blutes ab: nur selten zieht sich der Blutkuchen so gut zusammen, dass man eine genügende Quantität Serum gewinnen kann.

IV.

Aus den vorhergehenden Versuchen ersieht man, von welcher Wichtigkeit es wäre, eine exacte Methode zu haben, um die Menge der diffundirten Kohlensäure im lebenden Blute zu bestimmen. Bis jetzt ist aber selbst der Versuch dazu nicht gemacht worden, und das ist leicht begreiflich, wenn man die Schwierigkeit der Untersuchung ins Auge fasst. Diese Schwierigkeiten liegen aber nicht im Principe, sondern in der Ausführung und hauptsächlich in den Eigenschaften des Blutes. Um die Menge eines bestimmten Gases zu finden, welche eine beliebige Flüssigkeit unter unbekanntem Druck aufgenommen hat, braucht man dieselbe nur mit einer anderen Gasart zu schütteln, die Temperatur und den Druck zu Ende des Versuches zu beobachten und die Zusammensetzung des rückständigen Gasgemenges zu bestimmen; kennt man den Absorptions-Coëfficienten, so kann man auch durch einfache Rechnung die Gesammtmenge des absorbirten Gases finden. Beim Blute lässt sich aber der Versuch nicht in einem Rohre ausführen, da dasselbe mit Quecksilber ein Magma bildet und dadurch jede Ablesung unmöglich gemacht wird. Es muss also der Apparat so construirt werden, dass die Ablesung in einem zweiten Rohre (wohin kein Blut dringen kann) ausgeführt werden könne.

Der Apparat, der mir zu Gebote stand, bestand aus zwei genau graduirten und kalibrirten Glasröhren, die durch eine durchbohrte Metallfassung in ihren oberen Theilen mit einander communicirten (die Verbindung wurde während dem Schütteln durch einen Hahn aufgehoben). In das eine stärkere Rohr wurde über Quecksilber eine gewisse Quantität Luft und Blut eingeführt und dasselbe unten hermetisch geschlossen und darauf sowohl das obere wie das untere Niveau des Blutes abgelesen, dadurch erfuhr man auch das Gasvolum; das andere feinere Rohr diente sowohl zur Ausgleichung des Druckes nach jedem Schütteln und auch um die nöthigen Ablesungen zu machen; zu Ende des Versuches wurde durch dasselbe auch die zur Analyse nöthige Gasquantität gewonnen. Ich übergehe hier die Beschreibung der Details, da der Apparat schliesslich doch noch manche Unvollkommenheiten aufwies, welche erst noch verbessert werden müssen. Man könnte denken, dass mit diesem Apparat sich auch die Bestimmung des Absorptions-Coëfficienten des Blutes für Kohlensäure machen liesse: nimmt

man nämlich zwei Quantitäten von demselben Blute und schüttelt mit ungleichen Luftmengen, so gewinnt man alle Daten um den Absorptions-Coëfficienten nach der Formel:

$$a = \frac{\frac{r'S'}{\varphi'} - \frac{rS}{\varphi}}{S - S'}$$

a = Absorptions-Coëfficient, φ und φ' Blutmengen,
r - r' Gasvolumina,
S - S' Druck,

durch einfache Rechnung zu finden. Betrachtet man aber die Formel etwas genauer, so sieht man leicht, dass die Bestimmung eine rein illusorische sein würde, da ein Fehler im Ablesen oder in der Analyse bis auf mehrere Hundertel seines Werthes vergrössert werden kann. Es bleibt also nichts übrig als den Absorptions-Coëfficienten des Blutes für Kohlensäure nach Lothar Meyer und Fernet aufzusuchen.

Nimmt man nun mit den beiden letzteren Beobachtungen an, dass die Absorptions-Coëfficienten des Wassers und des Blutes für Kohlensäure gleich gross sind, so geht aus meinen vorläufigen Versuchen mit dem obengenannten Verfahren mit Sicherheit hervor, dass die Menge der diffundirten Kohlensäure eine sehr geringe sei und nicht einmal die Zahlenwerthe, welche Lothar Meyer für die freie Kohlensäure erhalten, erreicht. Auch scheint es, als ob die diffundirte Kohlensäuremenge des venösen Blutes nicht grösser als die des arteriellen ist. Diese Thatsachen sprächen ebenfalls für eine specifische Wirkung der Lunge bei der Athmung.

Ueber die Verkümmerung der Genitalien bei (angeblich) verschieden geschlechtlichen Zwillingskälbern.

Von

Prof. Dr. **Otto Spiegelberg.**

(Hierzu Tafel II.)

In einem grossen Theile von Europa, namentlich der westlichen Hälfte, herrscht unter den Viehzüchtern die gewiss auf Erfahrungen begründete Meinung, dass von Zwillingskälbern verschiedenen Geschlechts das weibliche Thier wegen mangelhafter Bildung der Geschlechtsorgane zur Zucht untauglich, das männliche dagegen immer regelmässig entwickelt sei; sind die Zwillinge gleichen Geschlechts, so sollen beide keine Abnormität im Sexualapparate darbieten. In England bezeichnet man solche unfruchtbare Kühe mit dem sonderbaren Namen „free-martin"; in Holland nennt man sie „kween", in Frankreich „taur." Auch den Römern waren sie bekannt, denn Varro und Columella, welche sie „taurae" nennen, erzählen von ihnen. Diese am Rindviehe gemachte Beobachtung mag zu dem an manchen Orten herrschenden, von E. Home (Comp. Anat. III. p. 333 u. „An account of the dissection of a hermaph. dog" in Philos. Transact. 1799) bestimmt ausgesprochenen Glauben geführt haben, dass ein Gleiches von menschlichen Zwillingen gelte — ein Glaube, welcher von Cribb, Mende, Simpson u. A. (vergl. Hohl, „Lehrb. d. Geburtsh." p. 251) genügend widerlegt wurde und von dessen Nichtigkeit sich leicht Jedermann in seiner Umgebung überzeugen kann.

Die erste anatomische Untersuchung der in Rede stehenden Kühe verdankt man John Hunter, welcher 1779 die anomale Bildung der Geschlechtstheile an 3 Exemplaren bestätigte und dieselbe genau beschrieb (The works of J. Hunter,

ed. by Palmer Vol. IV. 1837. „Account of the free-martin" p. 34—43). Aehnliche Beobachtungen wurden hierauf von Scarpa, Gurlt u. A. (s. weiter unten) mitgetheilt und von diesen Autoren Beschreibungen der Gestalt und der Eigenschaften solcher unfruchtbaren Thiere gegeben, die man auch in den meisten über die Zucht der Hausthiere und die Landwirthschaft handelnden Werken, sowie in den Lehrbüchern der pathologischen Anatomie der Hausthiere findet.

Diesen bestätigenden Beobachtungen stehen aber auch andere gegenüber, (von Hunter selbst, von Blumenbach (cf. Med. Biblioth. III. p. 7), von Simpson, von Hering u. A.), welche einerseits zeigen, dass paarweise Zwillingskälber vollkommen normal gebildet sein können, und anderseits, dass auch bei gleichgeschlechtlichen Zwillingen Missbildungen der Sexualorgane hin und wieder vorkommen. Die in dieser Beziehung, sowie die bezüglich des Charakters der Verbildung herrschende Ungewissheit scheint die „Gesellschaft der Wissenschaften und Künste zu Utrecht" veranlasst zu haben, im Jahre 1833 den Gegenstand zum Thema einer Preisfrage zu machen. In Folge davon erschien im „Journal vétérinaire et agricole de Belgique par Brogniez etc. III. Année 1844" eine gründliche und sehr umfassende Abhandlung von Numan, aus welcher das Wesentlichste im „Repertorium der Thierheilkunde, Herausgeg. von Hering, 5. Jahrg. 1844. p. 342" mitgetheilt ist. Auf die gestellten Fragen giebt Numan folgende Antworten: 1) Wenn eine Kuh verschieden geschlechtliche Zwillinge wirft, so besitzt das weibliche Kalb fast immer unvollständig gebildete Geschlechtsorgane und ist unfruchtbar. 2) Diese auf Beobachtungen gestützte Thatsache erleidet indess Ausnahmen, kann daher nicht als ein ausschliessliches Gesetz betrachtet werden. 3) Das Vorkommen der in Rede stehenden Anomalie beschränkt sich nicht ausschliesslich auf den weiblichen Theil verschieden geschlechtlicher Zwillinge, sondern dieselbe kann auch, obwohl viel seltener, vorkommen, wenn beide Zwillinge weiblich sind. 4) Die Bildungsfehler der Genitalien befallen nicht ausschliesslich den weiblichen Theil paarweiser Zwillinge, sondern bisweilen auch den männlichen, und dann ist der weibliche wohlgebildet; solche Fälle sind jedoch selten. 5) Die mehrfachen Geburten kommen beim Rindvieh am häufigsten vor und sind, was das weibliche Kalb betrifft, als die gewisseste und constanteste Ursache der Unfruchtbarkeit desselben zu betrachten; um so mehr, als der Zustand der Geschlechtstheile, welcher diese Anomalie bedingt, bisher noch nicht bei einzeln geborenen weiblichen Kälbern beobachtet worden zu sein scheint.

Wohl aber findet man zuweilen in einem solchen Falle bei dem männlichen Individuum unvollkommene Geschlechtsorgane.

Seit dem Erscheinen dieser Arbeit — der einzigen eingehenden, welche existirt und durch die die oben mitgetheilten Erfahrungen im Allgemeinen bestätigt werden — sind wohl von Thierärzten einzelne hierher gehörige Fälle veröffentlicht, aber es fehlt eine genaue anatomische Untersuchung der Missbildung, welche vor Allem wünschenswerth ist. Es erscheint dies auffällig, wenn man bedenkt, dass Zwillingsfrüchte, auch verschieden geschlechtliche, doch nicht so selten beim Rindviehe sind, Beobachtungen also leicht zu machen sind; und dass das Interesse, welches der in Rede stehende Gegenstand für die Lehre von der Entwicklung der Geschlechtsorgane, wie besonders für die vom Hermaphroditismus hat, zu einer Untersuchung entschieden auffordert. Es findet aber seine Erklärung gewiss darin, dass die Thatsache selbst den Thierärzten und besonders den Anatomen ziemlich unbekannt zu sein scheint.

Ich selbst wurde durch den Aufsatz Simpson's: „on the alleged infecundity of females born co-twin with males etc." (Edinb. Med. and Surg. Journ. Jan. 1844 und Obstetr. Memoirs I. p. 214), in welchem der Verfasser nachweist, dass das Gesetz von der Unfruchtbarkeit des weiblichen Theiles paarweiser Zwillinge nicht für den Menschen und unter allen in der Regel nur ein Junges werfenden Hausthieren nur für die Kuh gelte — mit dem Gegenstande bekannt. In dem Wunsche, näheren Aufschluss über denselben zu erlangen, wandte ich mich an den Inspector der hiesigen Thierarzneischule, Herrn Dr. Luelfing und verdanke es seinen gütigen Bemühungen, dass ich zwei Male die Genitalien solcher Kälber einer Untersuchung unterziehen konnte. Ich lasse die Beschreibung derselben folgen.

I.

Die Zwillingskälber wurden einige Tage nach ihrer Geburt von einem hiesigen Metzger in meiner Gegenwart abgeschlachtet. Beide Thiere boten äusserlich, auch in Bezug auf ihre Geschlechtstheile nichts Abweichendes dar. Das männliche hatte beide Hoden im Scrotum, die inneren Genitalien waren vollkommen normal. Bei dem anscheinend weiblichen zeigte sich aber hinter der Blase nichts von Uterus, Tuben und Ovarien; statt derselben ein eigenthümlicher Complex von Organen, welcher in geringer Entfernung von den Nieren beginnend in einer Bauchfellfalte zwischen Blase und Mastdarm nach abwärts

lief. Der Schlachter trennte mir denselben mit den äusseren Genitalien von seiner Umgebung los, wobei leider die Verbindungen mit den Harnwegen etwas zerrissen wurden. Die beifolgende Zeichnung stellte die Theile, vom umgebenden Fette und vom Peritonäum frei präparirt, in natürlicher Grösse, von hinten gesehen dar. Die äusseren Genitalien sind von vorn her geöffnet und zur Seite geschlagen. Vulva und Clitoris normal; erstere führt in einen über $1^{1}/_{2}''$ langen, fast 1'' weiten, nach oben allmälig sich verengenden Canal mit glatten Wandungen (*a*), an dessen vorderer Wand die Harnröhre mündet und der sich dadurch als Vestibulum zu erkennen giebt. Von Mündungen etwaiger Gartner'scher Canäle keine Spur. In der Spitze des Canals befindet sich eine linsengrosse Oeffnung ohne Hymenbrücke, durch welche man in eine, kaum 1'' lange, enge, blind endigende Höhle (*b*) gelangt (in der Zeichnung durch eine in ihr liegende Sonde angedeutet), die nach hinten und oben von einem 3''' langen soliden Knopfe (*c*) überragt wird. Die Wand dieser Höhle ist $^{1}/_{2}'''$ dick, von straffem Bindegewebe gebildet und besonders an ihrer vorderen und seitlichen Fläche von einer Lage quergestreifter Muskeln umgeben, welche sich nach vorn auf die Harnröhre fortsetzt. Von den Seiten dieser, das Rudiment einer Vagina darstellenden Höhle gehen zwei federkieldicke, walzenförmige, leicht wellige Körper (*d*) ab, welche in der Länge von circa 15''' parallel neben einander nach oben laufen. Unten sind sie mit der Wand jener Höhle innig verbunden und haben den Knopf *c* zwischen sich; oben endigen sie frei im Zellgewebe. Der rechtseitige ist etwas länger, als der der anderen Seite. Beide enthalten einen feinen, an beiden Enden blinden Canal. — Zwischen diesen Körpern liegen dicht an einander in Zellgewebe gehüllt zwei Stränge (*e*), welche von der oberen Wand der Scheide entspringen und hier an der hinteren Seite vom Knopfe *c* überragt sind. Der linkseitige, 16''' lang, verliert sich in der Bauchfellfalte; der rechtseitige läuft in einen, etwas geschlängelten, feinen Faden aus (*f*), mittels dessen er sich an ein drüsenartiges, gleich näher zu beschreibendes Gebilde (*g*) inserirt. Beide Stränge schliessen einen verhältnissmässig weiten Canal ein, aus welchem sich einige Tropfen weisslicher, schleimiger Flüssigkeit hervordrücken lassen. Die Canäle sind an beiden Enden geschlossen, der Faden (*f*) ist solid.

Am obersten Theile des Apparates liegen auf jeder Seite in der Bauchfellfalte zwei auf den ersten Blick als Geschlechtsdrüsen imponirende Gebilde (*g*, *h*). Sie sind völlig von einander

getrennt und nur durch feste Züge von Zellgewebe verbunden. Rechts liegen sie näher an einander, als links, und sind auf jener Seite auch etwas voluminöser, als auf letzterer. Die nach innen gelagerten (*g*) berühren sich fast, haben eine cylindrische Gestalt und ungefähr $^3/_4$'' Länge. Auf dem Durchschnitt zeigen sie ein weissröthliches weiches Parenchym, aus dem sich ein wenig Saft hervordrücken lässt. Die aussen von ihnen liegenden Körper (*h*) sind etwas gewunden, und besonders tritt dies am rechtseitigen hervor, welcher die Gestalt eines liegenden *S* hat; sie übertreffen die inneren Körper an Umfang. Ihr Durchschnitt lässt dicht unter der Oberfläche ein festeres weissliches Gewebe erkennen, welches eine weichere, lockere, röthliche Masse umgiebt; in ersterem bemerkt man leicht geschlängelte Zeichnung. — Der ganze Organcomplex misst von oben nach unten ungefähr $5^1/_2$''.

Mikroskopische Untersuchung: die Körper *d* bestanden in ihren äusseren Schichten aus fibrillärem Bindegewebe, in welchem noch Essigsäurezusatz viele feine elastische Fasern und längliche Zellen mit ovalen Kernen hervortraten. Gegen die Höhlung zu bildete dieses Bindegewebe ein engmaschiges Netz; in den Maschen zeigten sich dicht stehende, runde und schlauchförmige Drüsenträubchen von verschiedener Grösse eingelagert. Eine Mündung derselben in den Canal war nicht aufzufinden; letzterer zeigte auf seiner Wand ein aus länglichen Zellen gebildetes Epithel. — Die Stränge *e* waren im Wesentlichen ebenso gebaut; Drüsenbläschen fanden sich indess nur an ihrer untersten Partie sehr spärlich. Der aus ihrem Canale ausgedrückte Schleim enthielt rundliche und cylindrische Zellen, und solche waren auch auf seiner Wand zu bemerken.

In den nach innen gelagerten Theilen *g* der Geschlechtsdrüsen lagen in einem an spindelförmigen Elementen reichen Stroma schmale Canäle mit längsstreifiger Wand und einem aus runden körnigen Zellen bestehenden Inhalte; diese Canäle hatten eine gleichmässige Weite, liefen im Allgemeinen einander parallel, waren an den Enden blind geschlossen, und eine offene Verbindung derselben unter einander nicht zu bemerken. Zwischen sie hindurch zogen stellenweise weite Gefässe. — Die Gebilde *h* bestanden in ihrer peripherischen Schicht fast ganz aus grossen gewundenen, hie und da breite kolbige Ausbuchtungen besitzenden Röhren, umhüllt von schmalen Zügen von Bindegewebe. An der Wand dieser Röhren zeigte sich deutlich eine Längs- und eine Querstreifung, ihr Lumen war von runden fetthaltigen Zellen mit grossem Kerne erfüllt.

Sie liefen meistens von der Peripherie gegen die Mitte und communicirten nicht unter einander. Die tieferen, viel weicheren Schichten waren aus länglichen Zellen und freien Kernen hauptsächlich zusammengesetzt; diese Masse war von einigen feinen und zarten Canälen durchzogen, welche sich überall viel schmäler, als die in den oberflächlichen Schichten gelegenen zeigten, übrigens einen ähnlichen Inhalt, wie letztere hatten. Sie waren von einem Netze feiner Gefässe umzogen; eine Verbindung derselben mit den peripher gelagerten Röhren konnte ich nicht finden.

Dass der geschilderte Apparat verkümmerte foetale Geschlechtsorgane darstellt, und dass bei der Deutung desselben nur die zuletzt beschriebenen Gebilde einige Schwierigkeiten machen, ist einleuchtend. Es hatte sich ergeben, dass der nach aussen mündende Canal als Vestibulum, als weiblicher Alveus urogenitalis, und seine Fortsetzung nach oben, die Höhle *b* als verkümmerte Vagina angesehen werden muss; möglicher Weise ist der solide, über letztere vorragende Knopf *c* das Rudiment eines Uteruskörpers. Aus der Lagerung und besonders der mikroskopischen Untersuchung geht ferner hervor, dass die walzenförmigen Körper *d* rudimentäre Samenblasen und die zwischen ihnen gelagerten Stränge *e*, mit dem Fortsatze *f* auf der rechten Seite, entsprechende Samenleiter repräsentiren. Die Körper *g h* aber könnte man versucht sein, für verdoppelte Keimorgane (Hoden und Ovarien) zu halten, wie dies auch Hunter in einem ähnliche Falle (Nr. 2., s. unten) gethan. Diese Ansicht schwindet aber bei einer näheren Betrachtung und es kann höchstens der zweideutige Charakter der Keimdrüsen zugegeben werden. Indess auch diese Zweideutigkeit besteht nur dann, wenn man die Geschlechtsdrüsen in ihren Anfängen für gleichartig gebaut hält, d. h. wenn man annimmt, dass Eierstock wie Hoden Anfangs aus Röhren zusammengesetzt sei (Valentin); denn hienach müssen Hoden und Ovarien um so weniger als solche zu erkennen sein, je früher sie in ihrer Entwicklnng gehemmt sind. Valentin's Beobachtungen sind indess von keiner Seite mit Sicherheit bestätigt (Lilienfeld „Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Geschlechtsorgane, Diss. Marburg. 1856“ ist allerdings geneigt, sich der Valentin'schen Anschauung anzuschliessen; seine Gründe sind aber nicht aus eigenen Beobachtungen, sondern aus der vergleichenden normalen und pathologischen Anatomie hergerleitet), und ich kann nach einer sehr grossen Anzahl von Untersuchungen (welche ich demnächst an einem anderen Orte mittheilen werde) bestimmt erklären,

dass Röhren oder Schläuche sich nicht im foetalen Eierstocke der höheren Säugethiere finden, dass vielmehr dann, wenn die männliche Keimdrüse die ersten Spuren der Samencanäle zeigt, in der weiblichen sich schon deutliche vom Stroma getrennte primordiale Follikel finden. — Da nun die betreffenden Körper (*g h*) auf beiden Seiten hauptsächlich aus Canälen bestanden, so ist keiner von ihnen für einen verkümmerten Eierstock zu halten; sie sind vielmehr entschieden in der Entwicklung gehemmte männliche Geschlechtsdrüsen. Es wird wohl am richtigsten sein, die Körper *g* in Anbetracht der Zartheit und des Verlaufs ihrer Canäle für die rudimentären Hoden, die nach aussen gelagerten *h* wegen der Grösse ihrer Canäle, der Ausbuchtungen derselben für die Reste der Wolff'schen Körper zu halten. Dass die Entwicklungshemmung sehr früh eingetreten sein muss, liegt auf der Hand.

Somit ist der vorliegende Geschlechtsapparat in seinen wesentlichen Theilen entschieden männlich und stellt einen einfachen Fall von männlichem Hermaphroditismus transv. (Verbindung verkümmerter männlicher innerer Genitalien mit äusseren weiblichen) dar. Erwähnenswerth mag es auch noch sein, dass die Entwicklung der Geschlechtsorgane auf der linken Seite anscheinend am weitesten zurückgeblieben, was nach Lilienfeld (l. c. p. 54) ziemlich häufig der Fall sein soll. Das betreffende Kalb ist also nicht als Kuhkalb, sondern als ein Stier zu betrachten.

II.

Die Zwillinge stammen von einer Kuh, welche ungefähr 4 Wochen vor dem normalen Ende ihrer Tragzeit in Folge eines Sturzes getödtet wurde. Bei der gleich darauf vorgenommenen Eröffnung der Bauchhöhle fanden sich im Uterus zwei Kälber verschiedenen Geschlechts, welche nach einigen Athembewegungen starben. Die Untersuchung ergab, dass innere wie äussere Genitalien bei beiden vollkommen wohlgebildet waren. Bezüglich des weiblichen Thieres bemerke ich ausdrücklich, dass sich auch nicht die geringste Anomalie in seinem Geschlechtsapparate zeigte, weder in der Grösse und Form seiner einzelnen Theile, noch in ihrer Lage und ihrer Verbindung unter einander. Er entsprach vollkommen dem Alter des Foetus. Die mikroskopische Untersuchung beider Ovarien zeigte diese ganz intact, Follikel in allen Stadien der Entwicklung bis zu solchen, welche anscheinend ausgebildete Eier enthielten.

Zeigt der letzte Fall, dass verschieden geschlechtliche Zwillingskälber völlig wohlgebildet sein können (was als Ausnahme von allen Autoren zugegeben wird), so ist die Beobachtung I. durch den Nachweis von Interesse, dass das anscheinend weibliche Thier in Wirklichkeit ein männliches war, dass es sich also bei ihr nicht um verschieden geschlechtliche Zwillinge handelt. Es wird dadurch wünschenswerth, den Versuch zu machen, die Art der geschlechtlichen Verbildung in den von Anderen mitgetheilten Fällen näher zu bestimmen, um entscheiden zu können, ob jene immer oder doch in der Mehrzahl die gleiche ist oder nicht. Ich stelle deshalb die mir in der Literatur zugängigen Beobachtungen in Bezug hierauf kurz zusammen:

1) J. Hunter (l. c.) 3 Fälle: 1) Wright's free-martin. 5 Jahr alt. Aeussere Genitalien weiblich; Vagina oberhalb der Urethralmündung blind endigend; ein Uterus mit 2 Hörnern, undurchbohrt. Am Ende der letzteren auf jeder Seite eine Keimdrüse. Samenblasen öffnen sich in die Vagina (d. h. Vorhof). Die Keimdrüsen nennt Hunter verkümmerte Hoden. Wahrscheinlich stellen die von ihm als solide Uterushörner bezeichneten Stränge die Vasa def. dar. — Also männlicher Herm. transv.

2) Arbuthnot's free-martin. 7 Jahr alt. Aeussere Genitalien weiblich; Vagina bildet einen engen Canal, der in den Uterus übergeht und endigt, wo dieser sich in zwei solide Hörner theilt. Am Ende jedes Hornes Ovarien und Hoden. Keine Tuben. Durchbohrte Vasa def. vorhanden. Das linke erreicht den Hoden nicht; das rechte tritt dicht an den Hoden heran, geht aber in keinen, die Epidid. vorstellenden Körper über. Ves. sem. vorhanden, münden neben der Harnröhre. — Da kein Nebenhode vorhanden, so ist wohl der von Hunter als Eierstock bezeichnete Körper der etwas isolirte Nebenhode, wie auch Palmer (der Herausgeber der Hunter'schen Werke) ihn als „remains of the corpora Wolff" bezeichnet. — Also Herm. transv.

3) Wells's free-martin. 3—4 Jahr alt. Sah einer castrirten Kuh ähnlicher, als 1) und 2). Vagina endigt oberhalb der Harnröhrenmündung blind, setzt sich aber undurchbohrt in den soliden Uterus fort. Am Ende der Hörner die Ovarien; kein anderer keimdrüsenartiger Körper. Da aber an der Seite des Uterus die stellenweise unterbrochenen Vasa def. sich fanden, zwischen Blase und Scheide die Ves. sem. mit dem Duct. ejac. lagen und mit jenen in das Vestibulum mündeten, während der Uterus undurchbohrt war, so möchte ich bei der sonstigen Analogie des Falles mit den vorhergehenden die als Ovarien

bezeichneten Körper für Hodenrudimente halten und auch diesen Fall für einen von männlichem Herm. transv. erklären. Nimmt man die Hunter'sche Deutung der Keimdrüsen an (wozu Lilienfeld geneigt ist), so hat man es folgerecht mit einem weiblichen Herm. transv. zu thun.

4) Scarpa (Opere varie del Cav. A. Scarpa etc., per cura del dott. P. Vannoni. Firenze. 1845. I. p. 175—179) beschreibt ein hierhergehöriges einjähriges Thier, bei welchem äussere weibliche und innere männliche Genitalien, und zwar ganz normale, vorhanden waren.

5) Gurlt giebt (Lehrb. der path. Anat. der Haussäugethiere. 1832. Tab. XXI. Fig. 2—4. cf. Bd. II. p. 186) die Abbildung eines fünfjährigen Thieres von einem Zwillingspaar, aber ohne alle weitere Beschreibung. Aus der Abbildung und Erklärung ergiebt sich, dass der Fall fast völlig dem von mir beschriebenen gleicht; nur waren die Verbindungen zwischen Hoden, Nebenhoden und Samenleiter deutlicher, die Genitalien überhaupt vollkommener ausgebildet, was sich aus dem Alter des Thieres leicht erklärt.

6) Allnatt erzählt (Lond. Med. Gaz. Vol. 18. 1836. p. 528), bei einem betreffenden Kalbe weibliche äussere Genitalien gefunden zu haben. Vagina bildete einen länglichen Blindsack, von welchem ein schmaler blinder Fortsatz (Uterusrudiment) nach oben lief. Die undurchbohrten Samenblasen an der gewöhnlichen Stelle; Vasa def. durchgängig, endigten, statt Epididym. zu bilden, in eine kleine Prostata (?! soll wohl Hoden sein). Oberhalb des Uterus waren Spuren von Tuben (wohl Uterus-Hörner ?) zu bemerken. Sieht man von der falschen Deutung des Verf.'s ab, so findet man diesen Fall den übrigen sehr ähnlich beschaffen.

7) und 8) Simpson spricht (Obst. Mem. I. p. 316) von drei Fällen, welche er selbst, und einem, den All. Thomson untersucht, und welche alle den von Hunter geschilderten sehr ähnelten. An den von Simpson citirten Stellen konnte ich aber nur Angaben über zwei erwachsene derartige Thiere finden. Bei dem ersten (Todd's Cyclop. of Anat. and Phys. Vol. II. 1839. p. 702 und Simpson's „Memoirs" II. p. 258) war der Befund dem von Gurlt abgebildeten ausserordentlich ähnlich: durchbohrte V. sem., undurchgängige Vasa def., an ihren Enden je eine Keimdrüse, deren Charakter Simpson unentschieden lässt; vollkommene weibliche äussere Genitalien.

Im zweiten (Cyclop. p. 707 und Memoirs p. 268) fand sich ein kleiner, auf einige Zolle oberhalb der Vagina durchgängiger Uterus. Am Ende jeder undurchbohrten Tube lag ein

vom Bauchfell umhüllter, ausgedehnter Sack von ansehnlichem Umfange, der mit einer kleinen Oeffnung in die Bauchhöhle mündete, und welchen Simpson als Analogon des Infundibulum mit den Fimbrien betrachtet. Neben dieser Höhle lagen an der Stelle der Ovarien kleine oblonge Körper von unbestimmter Natur. Auf dem Durchschnitte zeigten sie ein homogenes, dichtes, gelbes Gewebe, in welchem sich unregelmässig verlaufende weisse Linien deutlich markirten. Neben dem Uterus liefen die stellenweise unterbrochenen Vasa def. als ein Paar dichte Stränge. Samenblasen gross und theilweis hohl; neben ihnen jederseits ein der Cowper'schen Drüse gleicher Körper. Die letzterwähnten Gebilde münden neben dem os tincae in eine Vagina (?) von gewöhnlicher Grösse. — Dieser Fall hat Aehnlichkeit mit Hunter's 3.; man kann ihn je nach dem Charakter, welchen man der Geschlechtsdrüse zuerkennt, für weiblichen oder männlichen Herm. transv. halten.

9) Rueff (Repertor. d. Thierheilk. von Hering. 12. Jahrg. 1851. p. 103) hat drei einschlagende Beobachtungen gemacht. Bei allen drei Thieren waren die äusseren Genitalien vollkommen weiblich, die Scheide (?) endigte oberhalb der Harnröhrenmündung blind. Ein Thier ward in Folge der bei der Paarung entstandenen Berstung des Blindsacks und der dadurch herbeigeführten Blutung abgeschlachtet, aber nicht weiter untersucht. Bei den beiden anderen fanden sich an der gewöhnlich von den Ovarien eingenommenen Stelle zwei kleine drüsige Körperchen, die eine Organisation, wie die Hoden zeigten: nämlich Drüsenkörper mit vielfach geschlängeltem Nebenkörper und mit langem Ausführungsgang, welcher grösstentheils solid, strangartig war. Samenblasen fehlten, eine Vereinigung der Samenleiter war nicht zu bemerken.

10) Hering (ibid. p. 107) erzählt von zwei von ihm beobachteten Thieren, aber nur von einem derselben giebt er (Repert. 10. Jahrg. p. 245) einige sehr unvollständige Data. Es soll „ausser der Scheide nichts von Genitalien vorhanden gewesen und vom Grunde jener blos eine dünne Falte des Bauchfells nach beiden Seiten hin abgegangen sein."

11) In der „thierärztl. Zeitung von Fuchs, Jahrg. III." (cf. Canstatt's Jahresber. f. 1846. III. Bd. Thierheilk. p. 22) versichert ein Thierarzt, dass bei fünf weiblichen Kälbern von paarweisen Zwillingen der Fruchthalter „verkrüppelt" gewesen sei. In einem an die Carlsruher Thierarzneischule gesandten Präparate constatirte Fuchs das „gleichzeitige Vorhandensein männlicher und weiblicher Organe."

Bei der Mehrzahl dieser Fälle war sicher männlicher Herm. transv. vorhanden, da sich die wesentlichen männlichen Sexualorgane vorfanden. Bei den übrigen ist dies wegen der mangelhaften Beschreibung nicht mit Sicherheit zu bestimmen, aber höchst wahrscheinlich. Die betreffenden Thiere sind also als männliche und nicht mehr als weibliche zu betrachten (sie sollen nach allen Autoren ja auch mehr den Habitus eines Stieres, als den einer castrirten Kuh haben), und man kann deshalb nicht sagen — falls die Gleichartigkeit der Missbildung sich bestätigt, was nach dem Vorhergehenden sehr wahrscheinlich — dass, wenn doppelt-geschlechtliche Zwillingskälber geboren werden, das weibliche Thier unvollständig in seinen Geschlechtsorganen organisirt ist, sondern muss den Satz folgendermassen formuliren:

Sind die Zwillinge beide weiblich oder verschiedenen Geschlechts, so sind ihre Geschlechtsorgane in der Regel wohlgebildet; sind sie beide männlich, so ist sehr häufig das eine derselben ein Hermaphrodit.

Ich glaube, so das Richtige getroffen zu haben. Es werden allerdings bei dieser Anschauung die Geburten paarweiser Zwillinge sehr selten und solche von zwei Männchen sehr häufig sein; allein wir wissen ja, dass bei Zwillingsgeburten gleiches Geschlecht der Früchte viel häufiger, als ungleiches, und in ersterem Falle das männliche Geschlecht wieder häufiger als das weibliche gefunden wird. Wenigstens gilt dies für den Menschen (vergl. H. Meckel in Müller's Archiv 1850 und Veit in Mon. f. Geburtsk. VI. 1855) und wird wohl auch bei der Kuh, welche in Bezug auf ihre Schwangerschaft etc. so manche Aehnlichkeit mit dem Menschen zeigt, statt haben.

Dass nun der Herm. transv. bei männlichen Zwillingskälbern vorkommt, darauf ist kein Gewicht zu legen; wohl aber darauf, dass er so ausserordentlich viel häufiger bei ihnen, als bei weiblichen Zwillingen und bei einzeln geborenen Thieren ist. Das Interesse, welches der Gegenstand bietet, wird besonders dadurch erhöht, dass die Erscheinung nur bei der Kuh und nicht bei anderen, in der Regel nur ein Junges gebärenden Haussäugethieren (vergl. Simpson, l. c.) vorkommt, und dass die Verbildung nur die Geschlechtsorgane eines der männlichen Zwillinge betrifft. Es lässt sich diese Thatsache, dass bei der Kuh so viel seltener zwei vollkommen männliche, als zwei vollkommen weibliche Früchte erzeugt werden, nicht gut mit der Ansicht Einiger in Einklang bringen, wonach zur Hervorbringung eines weiblichen Thieres eine bessere Ernährung der

Mutter nothwendig sei. In Beziehung zur Ernährung steht die Erscheinung aber wohl und findet zum Theil gewiss in den ökonomischen Verhältnissen der Kuh: den in der Regel schnell hinter einander eintretenden Schwangerschaften, der Stallfütterung, dem geringen Maasse von Freiheit und Bewegung, welches das Thier geniesst, ihren Grund (Numan); wie denn die Zähmung die Fruchtbarkeit der Hausthiere ja überhaupt vermehrt zu haben scheint.

Es ist zu wünschen, dass geübte Untersucher dem in den vorhergehenden Zeilen besprochenen Gegenstande ihre Aufmerksamkeit zuwenden. Vielleicht gestatten weitere Erfahrungen, den Einfluss, welchen äussere Bedingungen auf die Entwicklung des Geschlechtes üben, genauer kennen zu lernen.

Der Bandapparat der Santorini'schen Knorpel des menschlichen Kehlkopfes.

Von

Prof. **Luschka** in Tübingen.

(Hierzu Taf. III.)

Es ist eine, sowohl bei dem unter verschiedenen Einflüssen während des Lebens entstandenen, als auch bei dem durch Einlegen des unverletzten Kehlkopfes in Wasser künstlich erzeugten Oedema glottidis leicht zu constatirende Thatsache, dass die Incisura arytaenoidea, die sog. Rima glottidis posterior dabei nicht zum Verschwinden gebracht wird, während ringsum die Schleimhaut zu schlotternden Wülsten erhoben ist. Darnach lässt sich schon zum Voraus erwarten, dass eine besondere Einrichtung vorhanden sein werde, durch welche die Mucosa zwischen den Santorini'schen Knorpeln eingezogen und so die Rima glottidis posterior erhalten bleibt. Dieser Incisur kommt aber wahrscheinlich neben Anderem die Aufgabe zu, dem Schleime leichten Abfluss aus den Luftwegen in den Schlundkopf zu gestatten.

Um einen genauen Verschluss der Apertur des Kehlkopfes beim Hinunterschlucken von Speisen und Getränken möglich zu machen, hat die Natur an den oberen Enden der Cartilagines arytaenoideae sehr biegsame Knorpelaufsätze angebracht — die Cartilagines Santorini, welche vermöge ihrer weicheren, und dabei doch elastischen Beschaffenheit während jenes Vorganges, wie Merkel treffend sagt, sich gleichsam ducken können, um den oberen Eingang zum Kehlkopfe vor Verletzung zu bewahren.

Darauf ist denn auch die Form der Santorini'schen Knorpel und ihre Stellung zu einander ganz und gar berechnet. Dieselben haben eine derartige Krümmung, dass ihre Spitzen rückwärts- medianwärts gekehrt sind. Ihr Verband mit den

Giessbeckenknorpeln wird nicht in der Regel, wie einige Autoren unrichtig behaupten, sondern nur sehr ausnahmsweise durch Gelenke vermittelt. Schon Tourtual*), welcher übrigens die Cartilagines Santorini insofern unpassend die „keilförmigen“ nennt, als dieses Epitheton längst und allgemein den Wrisberg'schen Knorpeln beigelegt ist, machte gegen E. H. Weber geltend, dass er weder eine Gelenkshöhle, noch glatte Verbindungsflächen habe nachweisen können, sondern dass dieselben durch kurze, nachgiebige und dehnbare Fasern mit den Giessbeckenknorpeln zusammenhängen, so dass sie auf deren Enden mit Leichtigkeit spielen können. In den meisten Fällen eigener Untersuchung habe auch ich nur eine Zwischenlage einer faserigen an elastischen Fibrillen reichen Substanz gefunden, in welche wenige Knorpelzellen ordnungslos eingestreut waren und die sich ohne scharfe Grenze einerseits in den Netzknorpel der Santorini'schen, andererseits in die hyaline Grundmasse des Giessbeckenknorpels verlor. Merkel ist der Ansicht, dass die Gewebe beider Knorpel ohne irgend welche Zwischensubstanz in einander übergehen. Dieses Verhalten habe ich bisher nur ausnahmsweise beobachtet, es dagegen in Uebereinstimmung mit Rheiner und Merkel als Regel erkannt, dass der Stimmfortsatz des Giessbeckenknorpels da, wo das untere Stimmband sich an ihn ansetzt, in Netzknorpel übergeht, dessen Fasergerüste sich ganz allmälig in die hyaline Grundsubstanz der Cartilago arytaenoidea verliert.

Ueber das Verhalten der Spitzen der Santorini'schen Knorpel ist bis jetzt nichts Näheres ermittelt, wohl aber zum Theil Irrthümliches gelehrt worden. Während die meisten Zergliederer, auch der um die Lehre vom Kehlkopfe sonst so sehr verdiente Merkel dieser Sache überhaupt keinerlei Aufmerksamkeit zugewendet haben, macht Huschke die nicht eben zu treffende Bemerkung: die „hohle“ Grundfläche der Santorini'schen Knorpel sitze „als Gelenkfläche“ auf dem Giessbeckenknorpel auf, die Spitze dagegen diene der Membrana aryepiglottica an deren hinterem Ende zur Befestigung. — Besondere, mit den Giessbeckenknorpeln in nächster Beziehung stehende Muskelbündel, wodurch jene in selbstständiger Weise bewegt werden können, sind von Tourtual**) beschrieben worden. Dieser sorgfältige Beobachter unterscheidet ein oberstes Bündel des Musc. thyreo-arytaenoideus superior,

*) Neue Untersuchungen über den Bau des menschlichen Schlund- und Kehlkopfes. Leipzig 1846. S. 101.

**) a. a. O. S. 101 u. 105.

welches gegen die Spitze des Giessbeckenknorpels sich lenkt, und an dem gewölbten äusseren Rand des Santorini'schen Knorpels zum Theil seine Anheftung findet, und das Knorpelchen nach hinten und aussen zu ziehen im Stande ist. Einige Fasern des Musc. aryt. obliquus heften sich an den concaven inneren Rand der Cartilago Santorini, welche in einer den vorigen entgegengesetzten Weise zu wirken vermögen. Ferner beobachtete Tourtual ein der Cartilago Santorini eigenthümliches, längliches plattes Muskelbündel, welches fast senkrecht zu ihr aufsteigt, und oberflächlich in der Zellgewebsmembran sich befindet, welche die hintere Seite des Ringknorpels und der Giessbeckenknorpel nebst den diese bedeckenden Muskeln unter der Schleimhaut bekleidet, und sich zu beiden Seiten in diejenige Kehlkopfsbinde fortsetzt, welche die birnenförmigen Gruben auskleidet. Es entspringt vom oberen Rande der Lamina cricoidea nahe der Mitte, zieht hinter den schiefen Giessbeckenmuskeln aufwärts, und inserirt sich an die hintere Fläche des Santorini'schen Knorpels.

Diese verschiedenen Muskelbündel sind in den zahlreichen Präparationen, welche ich am menschlichen Kehlkopfe angestellt habe, nur ausnahmsweise zu meiner Beobachtung gekommen, während ich dagegen constant einen eigenthümlichen Bandapparat gefunden habe, welcher mir hauptsächlich auf die Erhaltung der Krümmung und der gegenseitigen Stellung der Santorini'schen Knorpel berechnet zu sein scheint.

Von der Spitze einer jeden Cartilago Santorini geht, gewissermassen eine fadenartige Verlängerung derselben darstellend, ein durchschnittlich 6 Mm. langes, 1 Mm. dickes Bändchen aus (Fig. 1. *h*), welches mit dem der anderen Seite convergirend nach rückwärts und abwärts verläuft. Die beiden Ligamente befinden sich fast unmittelbar unter der Schleimhaut, und prägen sich bisweilen, wenn diese nach abwärts hin angespannt wird, schon durch sie hindurch aus. Gegen die Tiefe sind dieselben in die Masse der Glandulae arytaenoideae eingesenkt, aus welchen sie unter sorgfältiger Ablösung der Mucosa herauspräparirt werden müssen, was um so leichter möglich ist, als sie durch ihre blassgelbliche Farbe und Elasticität deutlich von derselben abstechen.

Unter der Incisura arytaenoidea fliessen die Ligamente unter spitzem Winkel zu einem gemeinsamen Bandstreifen zusammen, dessen Faserung zum Theil in das Gewebe zunächst desjenigen Abschnittes der Schleimhaut ausstrahlt, welcher über der hinteren Seite der Platte des Ringknorpels ausgebreitet ist. Insofern diese Bändchen unter einander zu einer Gesammtheit zusammen-

treten, welche die gesetzmässige Form und Lagebeziehung jener Knorpel zu erhalten bestimmt ist, könnten sie vielleicht der Kürze halber als „Ligamentum jugale cartilaginum Santorini" im System der Anatomie aufgeführt werden.

Seinem feineren Baue nach ist das Lig. jugale im Wesentlichen als elastisches Band zu betrachten, indem es überwiegend aus elastischen Fasern zusammengesetzt wird. Mitunter zeigt die Cartilago Santorini keine scharf begrenzte Spitze, sondern es läuft ihre Masse allmälig in das Gewebe jenes Bandes aus. Wiederholt fand ich in demselben da oder dort ein kleinstes, kaum Mohnsamenkorn-grosses aus Netzknorpel bestehendes Knötchen, welches en miniature hier ein ähnliches Einlagerungsverhältniss zeigte, wie das Corpusculum triticeum zum Ligamentum hyothyreoideum laterale.

Als die Regel muss es jedoch bezeichnet werden, dass die Substanz des Lig. jugale im Wesentlichen aus dem Perichondrium der Santorini'schen Knorpel hervorgeht, gewissermassen eine über deren Gewebe hinausreichende Verlängerung desselben darstellt. Damit steht es im Einklange, dass im Falle des Vorhandenseins der Cartilagines sesamoideae, deren oberes Bändchen sich in das Gewebe des Lig. jugale fortsetzt. Die Sesamknorpel des menschlichen Kehlkopfes sind aber, wie ich*) schon vor einiger Zeit mitgetheilt habe, keine regelmässig vorkommenden, jedoch ungefähr bei einem Fünftel der von mir darauf untersuchten Kehlköpfen nachgewiesene Bestandtheile. Es sind rundliche, aus Netzknorpel bestehende, 3 Mm. lange, 1 Mm. breite Gebilde; ein jedes liegt dem lateralen Rande der Cartilago arytaenoidea an, und läuft in zwei Ligamente aus, von welchen das eine in das Perichondrium des Santorini'schen, das andere in jenes des Giessbeckenknorpels übergeht.

Ich kann es mir nicht versagen, bei dieser Gelegenheit anderer supernumerären Knorpelstückchen zu gedenken, welche ich erst in neuester Zeit jedoch nur ausnahmsweise, aber nicht am Kehlkopfe, sondern an der hinteren Wand des oberen Endes der menschlichen Luftröhre, vorgefunden habe. Es sind aus hyalinem Knorpel bestehende, platte, aber meist sehr regellos geformte Stückchen, von sehr wechselnder aber meist nur wenige Mm. betragender Länge und Breite. Bald ist nur eines, bald sind mehrere vorhanden und gewöhnlich zwischen den Enden der oberen Luftröhrenringe an die Aussenseite der quer verlaufenden Muskelbündel, durch einen kurzen straffen Zellstoff angelöthet (vergl. Fig. 1 *l. l.*). In einem Falle war ein

*) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. R. Bd. VII. S. 271.

1,2 Cm. langes, im Maximo 7 Mm. breites Knorpelstückchen durch ihm eigenthümliche Muskelbündel angeheftet, von welchen das eine vom unteren spitzen Ende ausgegangene sich an das rechte Ende des vierten Knorpelringes anheftete, das vom oberen Ende entsprungene sich an den unteren Rand der Platte des Ringknorpels inserirte. Daneben lag ein kleineres Knorpelplättchen, welches nur durch Zellstoff mit der hinteren weichen Wand der Luftröhre in Verbinduug gesetzt war (Fig. 2 *b*).

Insofern diese Knorpelstückchen in die gleichsam eine Naht bildende, hintere weiche Grundlage zwischen die Enden der Knorpelringe der Luftröhren eingesprengt sind, kann man sie nach Analogie der Schaltknochen des Schädels vielleicht passend als Schalt- oder Zwischenknorpel der Luftröhre, als Cartilagines intercalares in der Literatur namhaft machen.

Von der Mitte des oberen Randes der Platte des Ringknorpels entspringt ohne Ausnahme ein bald mehr, bald weniger stark entwickeltes, blassgelbliches sehr elastisches Band (Fig. 1 *i*). Es ist durchschnittlich 2 Mm. breit, und hat eine zwischen 6 und 11 Mm. wechselnde Länge; steigt in der Mittellinie, von Drüsen umlagert, über den die hintere Seite der Giessbeckenknorpel deckenden Muskeln empor, um unter der Incisura arytaenoidea mit dem Gewebe der von den Spitzen der Santorini'schen Knorpel ausgehenden Bändchen zusammenzufliessen, und mit ihnen zum Theil in einen gemeinsamen in die Schleimhaut in der Richtung nach abwärts ausstrahlenden Bandstreifen überzugehen.

Einige Millimeter unter dem Ursprunge dieses Bandes, geht von der Platte des Ringknorpels zwischen den Mm. cricoarytaenoid. post. mit platter, sehr dehnbarer an elastischen Elementen reicher, gelblichweisser Sehne der grösste Theil der Längsfasern des Oesophagus aus, während verhältnissmässig nur wenige Bündel seitlich aus der Wandung des Schlundkopfes in die Zusammensetzung dieses Rohres eingehen. Diese seitlichen Portionen sind theils Fortsetzungen des Musc. cricopharyngeus, theils gehen sie aus einer dünnen Längsfaserschichte hervor, welche an der inneren Seite des Schlundkopfes ausgebreitet und mit einer sie zunächst bedeckenden elastischen Zellstofflamelle so innig verbunden ist, dass sie nur durch eine recht sorgfältige Präparation, am besten an in Weingeist erhärteten Stücken, in ihrer ganzen Ausbreitung freigelegt werden kann. Schon Tourtual*) hat auf diese Längsfaserschichte des Schlundkopfes, welche er Musc. longitudinalis pharyngis

---

*) a. a. O. S. 79.

nannte, aufmerksam gemacht und nachgewiesen, dass sie von der Fibrocartilago basilaris, von der unteren Fläche des Felsenbeines, vom knorpeligen Theile der Ohrtrompete entspringe und durch Bündel verstärkt werde, welche vom Musc. pharyngo-palatinus und dem M. stylopharyngeus abstammen. In Betreff des letzteren Muskels bemerkt übrigens schon Santorini*): „nonnullas etiam fibras sub hyopharyngeo in posteriorem interioremque pharyngis faciem deducat."

In der Höhe des oberen Randes der Platte des Ringknorpels verlieren sich diese longitudinalen Fleischbündel in eine blassgelbliche, sehr elastische 1 Cm. hohe Sehnenplatte, welche an den seitlichen Rand des Schildknorpels angeheftet ist. Sie stellt eine Art von Inscriptio tendinea dar, indem aus ihr nach unten Längsbündel hervorgehen, welche sich in die Längsfaserschichte der Speiseröhre fortsetzen. Manche dieser Längsbündel ziehen in nicht wenigen Kehlköpfen medianwärts über die Eintrittsstelle des Nerv. laryng. inf. herab, und, im Falle seines Vorhandenseins, auch über den von Merkel**) entdeckten Musc. ceratocricoideus. Dieser in neuester Zeit auch von Bochdalck jun. wiederholt beobachtete und als Musc. cricothyreoideus postic. beschriebene kleine inconstante Muskel, der mir ebenfalls schon mehrmals zu Gesichte kam, entspringt neben den äussersten Fasern des Musc. crico-arytaenoid. post. von welchem er in Wahrheit nur ein abirrendes Bündel darstellt. Er verläuft schief nach oben und aussen, um sich an die hintere Seite des unteren Hornes der Cartilago thyreoidea anzusetzen, welches er nach unten und hinten zu fixiren vermag.

Aus der Längsfaserschichte des Schlundkopfes, namentlich aus dem durch den Musc. stylopharyngeus gestellten Contingente derselben treten nicht selten Fleischbündel ab, welche sich theils an der inneren Fläche der Seitenplatte des Schildknorpels verlieren, theils in den Musc. arytaenoideus obliquus übergehen. Auf diese Formation ist übrigens ihrer Seltenheit wegen kein grösseres Gewicht zu legen, als auf die von mir gemachte Wahrnehmung eines Musc. hyo-epiglotticus (Fig. 3 *a*), welcher bei manchen Thieren als constante Bildung eine so eminente Entwickelung erfährt. Beim Menschen fand ich diesen Muskel nur ausnahmsweise in Gestalt weniger lose verbundener Fleischbündel, welche mit gemeinsamer platter Sehne vom oberen Rande des Zungenbeinkörpers ausgingen und in den vorderen

---

*) Jo. Dominici Santorini Septemdecim Tabulae. Parmae 1775. Tab. VI. pag. 69.

**) a. a. O. S. 132.

Umfang des Kehldeckels ausstrahlten. Dieser wird aber mit dem Zungenbeine auch noch und zwar constant durch Bandstreifen — Ligamenta hyo-epiglottica in Verbindung gesetzt, welche vom grossen Horne des Zungenbeines, auf jeder Seite eines, ausgehen, und in convergirender Richtung an die vordere Seite des Kehldeckels herantreten. Sie liegen über einem von Fett erfüllten Raume, der nach vorn durch die Membrana hyothyreoidea, nach rückwärts durch die Schleimhaut begrenzt wird, und nicht selten zur Seite oder unter diesen Bändern einen Schleimbeutel enthält.

Jenen Musc. hyo-epiglotticus scheint schon J. B. Morgagni*) gekannt zu haben, indem er sagt: „Namque ut dicere praetermittam de gemino epiglottidis levatore, qui nempe musculi in nobis non minus positi sunt, quam in bobus ovibusque.“ Dieser Muskel hat nichts gemein mit dem, welcher von Kölliker**) als Musc. levator epiglottidis bezeichnet und vom Musc. genioglossus abgeleitet wird, vielmehr stimmt er mit dem Musc. hyo-epiglotticus der Thiere überein, welcher bei den meisten, denen er überhaupt zukommt unpaar ist, bei anderen aber, wie beim Rinde, auf welches sich die Angabe Morgagni's speciell bezieht, mit zwei Portionen vom Zungenbeinkörper entspringt.

---

*) Adversaria anatomica I. 28.
**) Mikroskopische Anatomie. Bd. II. S. 14.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Von hinten her geöffneter Schlundkopf eines 40jährigen Weibes. Die hier zur Beobachtung kommende Muskulatur ist freigelegt worden und sieht man: *a a* M. crico-arytaen. post. *b* Musc. aryt. transv. *c* Musc. aryt. obliquus. *d d* Längsfaserschichte des Schlundkopfes. *e* Inscriptio tendinea derselben, von welcher nach unten Längsfasern *f* zur Speiseröhre treten. Die meisten Längsbündel des Oesophagus entspringen indess mit einer platten Sehne *g* von der Platte des Ringknorpels.

Von der Spitze des Santorini'schen Knorpels geht ein Bändchen *h* aus, welches mit dem der anderen Seite, und mit einem Ligamente *i*, das vom oberen Rande der Platte des Ringknorpels entspringt zu einem gemeinschaftlichen Bande *k* zusammenfliesst, das in die Schleimhaut ausstrahlt.

In der hinteren Wand der Luftröhre befinden sich an diesen Präparaten drei Knorpelstückchen. *l l e* welche durch Zellstoff an die daselbst befindliche Muskelfaserung angeheftet sind.

Fig. 2. Platte des Ringknorpels nebst hinterem Umfang des oberen Endes der Luftröhre eines 50jährigen Mannes. Es macht sich hier ein kleines freiliegendes Knorpelstückchen *a* bemerklich, und eine grössere Cartilago intercalaris *b*, welche am oberen und unteren Ende durch ein Bündel organischer Muskelfasern angeheftet ist.

Fig. 3. Stellt den Zusammenhang zwischen Zungenbein und Kehldeckel von oben her gesehen dar. Der Musc. hyo-epiglotticus *a* ist nach vorwärts umgeschlagen, und die Ligamenta hyo-epiglottica *b b* sind freigelegt, indem alles Fett aus dem Raume unter ihnen beseitigt worden ist.

Ueber den feineren Bau des menschlichen Nabelstranges.

Von

Dr. **August Weismann** in Frankfurt a/M.

(Hierzu Taf. IV — VI.)

Das Gewebe des Nabelstranges ist in neuester Zeit Gegenstand wissenschaftlichen Streites geworden, eines Streites, dessen Hauptobject eigentlich weniger die Erkenntniss dieses Gewebes an und für sich war, als vielmehr die Folgerungen und Schlüsse, die man von hier aus auf allgemeinere histologische Principien machen zu dürfen glaubte. Es schien sich deshalb doppelt der Mühe zu lohnen, eine genaue Prüfung der Sache vorzunehmen.

Schon früher hatte Virchow das Gewebe des Nabelstranges vom Bindegewebe getrennt und hatte, gestützt auf die Beobachtung, dass der „Hauptbestandtheil desselben eine gallertartige, leicht auszudrückende und auszuwaschende Flüssigkeit ist, welche wesentlich flüssigen Schleimstoff enthält" den Namen Schleimgewebe eingeführt*). Die mikroskopische Untersuchung ergab ihm damals, „dass der gallertartige Schleim in den Maschen eines areolären Gewebes enthalten ist, welches sich in platte, in Essigsäure unlösliche, sternförmig verästelte und am Ende in Fasern zersplitternde, in der Mitte mit einem in Essigsäure erblassenden und häufig mit einigen Fettmolekülen umlagerten Kern versehene Elemente zerreissen lässt" und fand weiter „ausser dem Schleim und der streifigen kernhaltigen Maschensubstanz noch ein drittes Element, nämlich runde, granulirte, kernhaltige Zellen." Die Maschensubstanz löste sich nicht und gab keinen Leim.

---

*) Würzb. Verh. Bd. II. S. 160.

Gegen die Trennung des Nabelstranggewebes vom Bindegewebe sprachen sich später mehrere Forscher aus. Kölliker machte schon 1852 in seiner mikrosk. Anat. (S. 59) geltend, dass alles Bindegewebe im embryonalen Zustand keinen Leim gibt, es spräche deshalb auch nicht gegen die bindegewebige Natur der „Wharton'schen Sulze" (Nabelstranges), dass dieselbe beim Kochen keinen Leim gibt. Und Bruch sagt*): „es könnte nur verwirren, wenn man die einzelnen Entwicklungsstufen der Gewebe einander ebenso gegenüber stellte, wie die verschiedenen Gewebe selbst; und mit Recht haben sich die meisten Histologen gegen die Aufstellung eines „Schleimgewebes" im Virchow'schen Sinne erklärt."

Nun ist neuerdings bekanntlich Virchow wiederum auf die Besprechung des Nabelstranges zurückgekommen und hat in seiner Cellularpathologie**) denselben benutzt, um an ihm zu deduciren, wie ein Gewebe, welches nicht durch ein selbstständiges besonderes Capillarsystem sein Ernährungsmaterial beziehe, ein eigenthümliches feines Röhrensystem enthalten müsse, welches die gleichmässige Vertheilung der Säfte übernehme. Er betrachtet auch jetzt noch das Gewebe des Nabelstranges als eine histologische Einheit, behält den Namen „Schleimgewebe" bei und stellt es dem gewöhnlichen Bindegewebe gegenüber.

Die kurz nur andeutende Beschreibung lässt aber eine von seiner früheren wesentlich verschiedene Auffassungsweise erkennen. Das Schleimgewebe des Nabelstranges besteht ihm jetzt aus Zellen und aus Intercellularsubstanz, von welchen erstere durch Verästelungen ihrer Ausläufer das erwähnte Röhrensystem bilden; die letztere aber ist Virchow genöthigt in zwei Abtheilungen zu theilen, deren eine „die streifig faserige Substanz" darstellt, innerhalb welcher das Röhrensystem verläuft, „ein feines anastomotisches Netz von zelligen Elementen", deren andere aber gallertartig bleibt und die Maschenräume ausfüllt. In diesen liegen dann die in der ersten Darstellung bereits beschriebenen runden Kernzellen.

Dem entgegen steht die Meinung Henle's***), welcher das Nabelstranggewebe nicht als histologisches Element, sondern als ein Organ betrachtet wissen will, d. h. also als ein aus verschiedenen histologischen Einheiten zusammengesetztes Gewebe.

---

*) Siebold u. Kölliker, Zeitschr. f. wissensch. Zoolog. Bd. IV. S. 373.
**) S. 89 u. 90.
***) Jahresbericht für 1858. S. 60.

Nach ihm besteht es der Hauptmasse nach aus Bindegewebe, dessen Bündel die Balken eines Maschenwerkes bilden, dessen Lücken Gallerte ausfüllt. Eine Eigenthümlichkeit dieses Bindegewebes besteht in der gänzlichen Abwesenheit von Scheiden um die Bündel, sowie überhaupt der elastischen Elemente, während „die secundären Bündel meist in ihrer Axe spindelförmige, lang ausgezogene, mit stäbchenförmigem Kern versehene Zellen enthalten, die bald vereinzelt, bald gruppenweise parallel zusammen liegen.“

Henle hält es für wahrscheinlich, dass diese Zellen muskulöse Faserzellen seien, indem er Anastomosen derselben für meistens nur scheinbare erklärt, aus einer An- oder Uebereinanderlagerung der einfachen Elemente entstanden. Indessen findet er in der Rindenschicht auch wirkliche Anastomosen der Zellen, welche dann sehr ähnlich feinen Capillaren werden und häufig mit Fettkörnchen gefüllt sind. Da Henle in dem Gewebe des Nabelstranges jüngerer Rindsembryonen eine von den Stämmen der Nabelgefässe bis zur Oberfläche sich erstreckende Gefässverbreitung gesehen hat, so hält er es nicht für unmöglich „dass auch in dem menschlichen Nabelstrang neben Muskelfaserzellen obliterirte Gefässnetze vorkämen.“

Als ich anfing mich mit der Untersuchung des Nabelstranges zu beschäftigen, sah ich sehr bald, dass das fertige Gewebe allein unmöglich zu einer sichern Deutung seiner Elemente führen könne, dass es hier wie überall nothwendig sei auf die Genese zurückzugehen und so viel irgend thunlich die vergleichende Anatomie zur Hülfe zu ziehen.

Ich lasse deshalb auch in dieser Darstellung der Beschreibung des reifen Nabelstranges die seiner Entwicklungszustände vorausgehen, und zwar beginne ich mit der Entwicklungsgeschichte des Nabelstranges bei Wiederkäuern, beim Rind*).

Hier fand ich bei einem Embryo von 2 Cm. Länge den Nabelstrang zusammengesetzt aus einer klaren Masse von eigenthümlicher, gallertartiger Consistenz; mit blossem Auge sah man nicht nur die vier Hauptgefässe als feine rothe Streifen in dem durchsichtigen Gewebe hinziehen, sondern bemerkte auch deutlich wie die Nabelgefässe, Arterien sowohl wie Venen, kleine mit Blut gefüllte Seitenästchen in die Substanz des Nabelstranges abschickten.

---

*) Ich hatte Gelegenheit auch einen embryonalen Nabelstrang vom Edelhirsch zu untersuchen. Da derselbe sich aber von dem des Rindes nicht wesentlich unterscheidet, so werde ich nicht weiter darauf eingehen.

Das Gewebe bestand aus einer vollkommen durchsichtigen homogenen Grundsubstanz, in welcher Massen von grossen spindel- und sternförmigen Zellen (Fig. 1 *a*) lagen, deren Ausläufer zahlreiche Anastomosen bildeten. Seltener kamen grosse kreisrunde oder ovale Zellen ohne Ausläufer vor. Die Kerne waren stets oval, meist doppelcontourirt und mit deutlichem, einem oder mehreren, bläschenförmigen Kernkörperchen versehen. Die Hauptgefässe hatten bereits eine etwa 0,011''' dicke Schicht kleiner circulär verlaufender Muskelzellen, welche sich leicht isoliren liessen, auch noch nicht so dicht an einander gelagert waren, als später, sondern deutlich eine klare, verkittende Schicht zwischen sich erkennen liessen.

Die noch wenig zahlreichen Seitenäste der Hauptgefässe zeigten die Symptome des Wachsthumes. Sie bestanden aus spindelförmigen Zellen, waren zum Theil Blut-führend, zum Theil aber erst in der Bildung begriffen und ihre letzten Enden standen dann in Zusammenhang mit den anastomosirenden Zellen. Diese letztern zeigten dann öfters doppelte Contouren und starke Kernvermehrung (Fig. 1 *b*). Essigsäure macht weder die Zellen noch ihre Ausläufer verschwinden, dagegen wurden die Muskelzellen der Gefässe dadurch nach längerer Einwirkung sehr blass und liessen einen kleinen, doppelcontourirten, schmalen, stäbchenförmigen Kern hervortreten.

Ich muss hinzufügen, dass an Durchschnitten vom getrockneten Präparat, welche man in Wasser wieder aufquellen lässt, die Grundsubstanz bereits allerwärts feine Streifchen und Fäserchen zeigt, die Spaltung derselben also bereits begonnen hat.

Bei älteren Rindsembryonen von 6—7 Cm. Länge fand ich die Grundsubstanz bereits wellig parallel gestreift, in ihr liegen wieder massenweise Spindelzellen mit 2—4 ovalen Kernen mit Kernkörperchen, und ebenso auch grosse sternförmige Zellen mit meist sehr zahlreichen und ganz feinen Ausläufern (Fig. 2 *a*), welche vielfach anastomosirend ein Netzwerk bilden.

An den Zellen lässt sich in vielen Fällen eine Membran leicht nachweisen, indem bei längerem Liegen in Wasser dieselben sich aufblähen und zu grossen runden Blasen werden, in denen der Kern bald wandständig bald central liegt und der geronnene Inhalt in Form von Streifen oder membranösen Fältchen theils der Wand anliegt, theils vom Kern radienförmig ausstrahlt (Fig. 2 *b*).

In diesem Stadium bemerkt man bereits Spaltung der Grundsubstanz zu Bündeln, was sich am leichtesten durch Färbung mit Jod deutlich machen lässt. Hierbei nimmt die

Grundsubstanz eine schwache Färbung an, während die Lücken zwischen den Bündeln farblos bleiben. Man sieht dann, dass diese Spaltung in Bündel, wie die der Bündel in Fibrillen stets in gleicher Richtung mit der Längsaxe der Spindelzellen geschieht, und zwar so, dass um diese Zellen sich die Grundsubstanz zusammenzieht, sie also sämmtlich innerhalb der Bündel zu liegen kommen. Eine Ausnahme davon machen die runden Zellen ohne Ausläufer, welche auch hier in nicht unbedeutender Menge vorkommen. Diese liegen in den schmalen Lücken zwischen den Bündeln. Sie übertreffen an Grösse nicht viel die Kerne der Spindelzellen; 0,00535‴ — 0,0059‴ ist ihr ziemlich constanter Durchmesser, während ihre Kernbläschen, deren oft zwei sind, 0,00178 bis 0,0030‴ messen. Der Essigsäure widerstehen sie vollkommen in jeder Concentration, erhalten dabei meist deutlich doppelte Contouren, ebenso das Kernbläschen. Ueber einen Nucleolus lässt sich schwer etwas mit Bestimmtheit sagen, da der Zelleninhalt körnig ist und eine Täuschung leicht möglich. Die Herleitung aus früheren Perioden der Entwicklung muss Aufschluss geben, ob sie als Abkömmlinge von Zellen oder von Zellenkernen zu betrachten sind.

Bei den spindel- und sternförmigen Zellen bewirkt Essigsäure zuerst eine Gerinnung des Inhalts, der Kern wird dunkel, körnig, ebenso die Zelle, welche erst nach längerer Einwirkung erblasst, aber auch dann noch vollkommen scharf contourirt bleibt.

Die Muskelschicht der vier Gefässe ist bereits ziemlich mächtig, bei einer Arterie betrug sie 0,087‴. Die Muskelzellen liegen ziemlich dicht an einander und sehen ganz so aus, wie die Spindelzellen im übrigen Gewebe; doch ist meist durch ihren blassen, feinkörnigen Inhalt ein Kern nur schwer zu erkennen, der erst hervortritt, wenn man Essigsäure zusetzt, dadurch aber gerinnt zugleich auch der Zelleninhalt und die ganze Muskelschicht wird körnig und dunkel, bis nach halbstündiger Einwirkung der concentrirten Säure die Zellcontouren verschwinden und lange stäbchenförmige Kerne allein sichtbar bleiben. Durch die Form der Kerne sind sie also bereits mit Sicherheit von den übrigen Spindelzellen zu unterscheiden, deren Kerne auch durch lange Einwirkung der Säure niemals stäbchenförmig werden, sondern ihre ovale Gestalt mehr oder minder bewahren.

Auch hier fanden sich feine Gefässe überall im Gewebe, die Neubildung von Gefässen nimmt in der erwähnten Weise ihren Fortgang.

Etwas weiter vorgerückt fand ich die Bildung von Gefässen bei Rindsembryonen von 14 — 15 Cm. Länge. Die Grundsubstanz ist hier überall fein fibrillär und in Bündel gespalten. Die Zellen verhalten sich wie früher, doch hat ihre Resistenz gegen Essigsäure noch zugenommen.

Die Muskelschicht der Nabelarterien hat bereits eine Dicke von 0,10'''. Bei einem Rindsfötus von 1' Länge hatte der Nabelstrang im Wesentlichen bereits den Charakter angenommen, den er auch bei der Geburt hat.

Die vier grossen Gefässe mit ihren mächtigen Muskelschichten und feinen elastischen Netzen dazwischen sind bereits nur durch weniges schlaffe, keineswegs mehr gallertige Zwischengewebe verbunden. Es besteht dieses aus Bindegewebe, welches zu Bündeln gruppirt keine mit Gallerte ausgefüllten Lücken zwischen sich lässt, sondern locker an einander liegt, ganz wie gewöhnliches formloses Bindegewebe. In den Bündeln finden sich in grosser Menge spindelförmige Zellen, welche bald ziemlich kurz, bald aber auch mit langen schmalen Ausläufern versehen sind (Fig. 3). Sie haben sämmtlich einen ovalen, jedoch ziemlich kleinen Kern, in welchem nicht immer ein Nucleolus zu erkennen ist. Sie liegen häufig isolirt, frei in der Grundsubstanz, dagegen bilden die weniger massenweise vorhandenen sternförmigen Zellen anastomotische Netze. Beide sind, wie auch ihre Ausläufer, vollkommen resistent gegen Essigsäure.

Das Gewebe ist jetzt reichlich mit Gefässen versehen, welche noch fortwährend in der Weiterentwicklung begriffen sind. Man kann hier sehr gut beobachten, wie sich aus den Spindel- und Sternzellen die Capillaren bilden und aus diesen dann durch immer neue Anlagerung von Zellen die kleinen Venen und Arterien hervorgehen. Auch Sprossenbildung habe ich an einzelnen Capillaren gesehen (S. Fig. 4).

Bruch*) ist diese Bildung von Gefässen im Nabelstrang des Rinds auch bekannt; er sagt von den Spindelzellen der Wharton'schen Sulze: „Alle diese Zellen zeichnen sich durch ihren grossen, runden oder ovalen, niemals verlängerten oder zugespitzten Kern aus und ich kann keinen Anstand nehmen, sie als unausgebildete Elemente des Gefässsystems zu betrachten. Ganz ähnliche finden sich im Nabelstrang und zwar hier z. B. bei 1' langen Rindsfötus in allen Uebergängen zu reifen und unreifen Capillaren. Doch scheint der Nabelstrang derjenige Theil der Eihäute zu sein, wo die capillaren Gefässe am weitesten

*) a. a. O. S. 184.

zurückbleiben, ja vielleicht später wieder untergehen.“ Und dann weiter: „von entwickelten elastischen oder Kernfasern habe ich weder im Nabelstrang, noch in der Wharton'schen Sulze jemals eine Spur angetroffen.“

Die Vermuthung Bruch's, die Capillaren könnten später wieder untergehen, bestätigt sich nicht, wie aus dem Folgenden hervorgeht, dann aber auch habe ich zahlreiche elastische Elemente im Nabelstrang des Rinds gefunden. Nicht nur kommen zahlreiche feine elastische Netze zwischen den Muskelschichten der Gefässstämme vor, auch in dem die Gefässe verbindenden Gewebe sind elastische Elemente nicht selten. Sie durchziehen das Gewebe bald als feine, gestreckt über weite Flächen hinlaufende Fasern, bald finden sich viele zusammen und dann zeigen sie die bekannten gewundenen Weinranken-ähnlichen Verschlingungen (Fig. 5). Sie theilen sich nicht selten, meist unter sehr spitzem, zuweilen aber auch unter rechtem Winkel, niemals aber habe ich eine Anschwellung an der Theilungsstelle bemerken können, welche auf einen Kernrest schliessen liesse, noch weniger aber jemals eine elastische Faser gesehen, die mit einer der Zellen zusammengehangen hätte. Derartige Bilder liessen sich, wenn sie vorkamen, stets als optische Täuschung nachweisen.

Die Bildung der elastischen Fasern geht also hier unabhängig von Zellen vor sich. Dafür spricht auch ausserdem die zum Theil ausserordentliche Feinheit der elastischen Fasern, welche zwar oft die Zellenfortsätze an Durchmesser übertreffen, nicht minder häufig aber von einer solchen Feinheit sind, wie sie Zellenfortsätze niemals zeigen. Auch in chemischer Hinsicht bestehen charakteristische Unterschiede. Während beide sich gegen concentrirte Salpetersäure gleich resistent verhalten, verschwinden auf Zusatz von verdünnter Kalilauge die Zellen sammt ihren Fortsätzen sogleich, während die elastischen Fasern nichts von ihrer Deutlichkeit einbüssen.

Untersucht man den Nabelstrang des Kalbs nach der Geburt, so findet man die vier Gefässstämme noch bedeutend gewachsen, ihre Muskelschicht ist von einer enormen Dicke. Von ihnen gehen zahlreiche feine und derbe, bis zu Federspulen-dicke Aeste ab, und verzweigen sich, hauptsächlich als Nutritionsgefässe in der Tunica adventitia der Gefässe. Ein geringerer Theil kommt auf das sparsame die vier Gefässe verbindende Zellgewebe. Letzteres ist seiner Structur nach formloses Bindegewebe, zwischen dessen Bündeln häufig noch

runde Kernzellen liegen, ganz ähnlich denen in der Gallerte des menschlichen Nabelstranges, jedoch von diesen sich dadurch unterscheidend, dass sie in Essigsäure erblassen und der Zellcontour unsichtbar wird. Die Gallerte aber fehlt hier gänzlich.

Elastische Fasern durchziehen in ziemlicher Menge die Bündel, die dicksten haben einen Durchmesser von 0,00059''', die feinsten sind nicht mehr messbar. Essigsäure zeigt im Bindegewebe eingestreut noch sparsame, kleine, offenbar geschrumpfte Zellen, oft rundlich, meist schwach zugespitzt, zuweilen mehr in die Länge gezogen, oft mit zwei oder nur einem, einer elastischen Faser sehr ähnlichen Ausläufer.

Sämmtliche Gefässe bis auf die kleinsten herab, haben eine starke Muskellage und zwar die Arterien über der Ringmuskelschicht regelmässig noch eine dicke Schicht von längslaufenden Muskelzellen. Die kleineren sind bedeckt mit theils spindelförmigen, theils mehr rundlichen, schildförmigen Zellen. Die Capillaren bilden ein weitmaschiges Netz und zeigen häufig noch sehr deutlich ihre Zusammensetzung aus einzelnen Spindelzellen. Ihr Durchmesser beträgt an den engsten Stellen nur 0,00169''', also viel weniger als ein Blutkörperchen (0,0025''').

Nirgends zeigen sich Veränderungen, die man als regressive Metamorphose auffassen könnte, im Gegentheil ist das Gefässnetz bis zum Augenblick der Geburt noch fortwährend im Wachsthum begriffen.

So sehen wir also das Gewebe des Nabelstranges beim Rind aus denselben Elementen und auf dieselbe Weise sich entwickeln, wie das formlose Bindegewebe überhaupt. Homogene Grundsubstanz, die allmälig sich zu fibrillären Bündeln gestaltet, in welchen dann elastische Fasern auftreten, und spindel- und sternförmige Zellen, welche theils die Grundlage des Gefässsystemes bilden, theils aber nicht verbraucht werden und schrumpfend im Bindegewebe liegen bleiben. Das Gewebe des Nabelstranges ist also hier keine histologische Einheit, kein Schleimgewebe, sondern es ist Gefässe und elastische Fasern führendes Bindegewebe.

Verfolgen wir nun die Entwicklung des Nabelstranges beim Menschen, so finden wir, dass bereits im zweiten Monat des Fötallebens die Bildung von Fibrillen in der homogenen Grundsubstanz ihren Anfang genommen hat. Verhältnissmässig breitere Balken umschliessen runde, kleine Maschenräume. Die Balken sind der Hauptmasse nach zwar homogen, jedoch liegt in der Regel an der Kante, mit welcher sie den Maschenraum umschliessen, eine etwas

dicke Faser und nicht selten sieht man durch die ganze Breite eines Balkens sehr zarte wellenförmige Streifung. In den Lücken liegt Gallerte und in dieser grosse runde Schwann'sche Zellen mit Kernen und Kernkörperchen. In den Balken aber bemerkt man in Menge grosse, klare, spindel- und sternförmige Zellen mit deutlicher scharf begrenzender, nachweisbarer Membran, grossem, ovalem, Nucleolus-haltigem Kern, und langen, breiten, mattglänzenden Ausläufern, welche unter einander anastomosirend ein Zellennetz bilden. Die Zahl der Ausläufer ist verschieden, bald sind es nur zwei, häufiger aber 5—6 und mehr. Die Kerne schwanken wenig in der Grösse von 0,0035 bis 0,0040''', stets haben sie deutlich doppelte Contouren und sind resistent gegen Essigsäure, oft liegen ihrer zwei in einer Zelle. Das Kernkörperchen fehlt nie, ist kuglig, ziemlich gross (bis zu 0,0006''') und macht den Eindruck eines prall mit Flüssigkeit gefüllten Bläschens. Der Inhalt von Zelle, Kern und Kernkörperchen ist vollkommen klar, trübt sich aber sehr rasch durch Einwirkung von Essigsäure oder wässeriger Jodlösung. Ebenso gerinnt durch diese Reagentien die Grundsubstanz und der Inhalt der Lücken.

Die Membranen der Zellen sind noch so zart, dass eine kurze Einwirkung von Wasser genügt, um sie zu zersprengen, man glaubt dann freie Kerne vor sich zu haben.

An den drei Gefässen lässt sich bereits sehr deutlich die Schicht circulärer Muskelzellen unterscheiden. Diese besitzen bereits ihre bekannte Spindelgestalt und den stäbchenförmigen Kern, werden mit Essigsäure zwar blass, platzen aber keineswegs, wie die Zellen des übrigen Gewebes. Ihre Länge beträgt 0,0208''', ihre Breite 0,0020'''.

Im dritten Monat hat die Grundsubstanz bereits an den meisten Stellen ein feinfaseriges Gefüge, während sich die Spindelzellen durch Kerntheilung massenhaft vermehren; häufig sieht man die Kerne in langen Reihen hinter einander liegen, während die Zellen selbst nicht so rasch in der Abschnürung nachfolgen und diese Kernreihen nur ganz knapp umschliessen, so dass es den Anschein haben kann, als lägen die Kerne theilweise frei, was nicht der Fall ist.

Im vierten Monat ist stets das Maschengewebe bereits vollständig angelegt, die Balken sind fein fibrillär, die Maschenräume mit Gallerte ausgefüllt, in welcher runde Zellen liegen. In den Balken finden sich theils ziemlich kleine sternförmige Zellen mit sehr zahlreichen und oft sehr langen Ausläufern, theils aber spindelförmige Zellen (Fig. 6), meist 2—3 neben einander, etwas kleiner als die Muskelzellen der Gefässe

und sich von ihnen sowohl durch die schmalere, rascher sich zuspitzende und unregelmässige Gestalt, als durch den ovalen Kern und die Resistenz ihrer Zellmembran gegen Essigsäure unterscheidend. Die Muskelzellen der Gefässe verhalten sich zum grössten Theil, sowohl was Gestalt, als was ihr Verhalten gegen Reagentien betrifft, ganz wie die des reifen Gewebes (Siehe Fig. 6 *h*). Auch jetzt beobachtet man stets noch Kerntheilungen in den Sternzellen. Diese liegen fast ausschliesslich in der Nähe der Oberfläche, während gegen die Gefässe zu die spindelförmige Gestalt mehr vorherrscht. Anastomosen der Ausläufer sind sehr häufig.

In einem Fall fand ich im vierten Monat an der Stelle der Zellen nur unregelmässige, membranöse Fetzen, immer mit Fettkörnchen bedeckt, oder auch unbestimmt begrenzte, die Form der früheren Stern- oder Spindelzellen nachahmende Haufen feinkörniger Masse, welche sich mit Jod dunkelbraun färbt. Die Muskelzellen der Gefässe waren dabei ganz normal.

Ich muss hier darauf aufmerksam machen, dass fettige Metamorphose der Zellen in höherem oder geringerem Grade sich in sehr vielen der Nabelstränge aus früher Fötalzeit vorfindet. Die Früchte, welche man zur Untersuchung erhält, sind meist abgestorbene, darin findet wohl die eintretende regressive Umwandlung hinreichende Erklärung. Indessen können solche Präparate leicht zu der Ansicht verleiten, als wären die sternförmigen Körper keine Zellen mit selbstständiger Membran, sondern nur Anhäufungen von „Zellsubstanz" um Kerne, wie sie Billroth*) an andern Orten beschreibt und wie Baur**) gerade diese Sternzellen des embryonalen Bindegewebes deutet. Dies ist jedoch nicht der Fall, an frischen Nabelsträngen sieht man ganz scharfe bestimmte Contouren, während bei eintretender Fettmetamorphose die Zelle collabirt und die Membran gefaltet ist (Fig. 6 *d*), bei weiter fortschreitender Degeneration aber die Membran wirklich zerstört werden kann (Fig. 6 *f* u. *g*).

In der späteren Zeit, nach dem vierten Monat spaltet sich die Grundsubstanz der Balken immer vollständiger in Fibrillen, während die Zellen sehr verschiedenartige Entwicklungen eingehen, die wir am besten bei Gelegenheit des reifen Nabelstranges betrachten.

---

*) Beiträge zur pathologischen Histologie. 1859.
**) Die Entwicklung der Bindesubstanz. Tübingen. 1858.

Der reife menschliche Nabelstrang, d. h. der Nabelstrang des lebend geborenen Kindes besitzt einen sehr eigenthümlichen und in seinen gröberen Verhältnissen auch ziemlich constanten Bau, der sich schon dem blossen Auge und dem Gefühl durch seine gallertige Consistenz kund thut und sich hierdurch von den mir bekannten reifen Nabelsträngen der Thiere wesentlich unterscheidet. Diese gallertige Consistenz erinnert an das formlose Bindegewebe (Gallertgewebe) der frühesten embryonalen Zeit, und die Ansicht ist auch ausgesprochen, es sei das Gewebe des Nabelstranges auf dieser Stufe stehen geblieben. Dem ist aber nicht so; es entwickelt sich vielmehr dies Gewebe in gleichem Schritt mit den genannten Geweben des Körpers continuirlich aufwärts bis zur Geburt hin, bietet aber allerdings manche Eigenthümlichkeit in seiner Entwicklung dar, was ohne Zweifel mit der Bestimmung, nur bis zur Geburt zu functioniren, zusammenhängt.

Den Hauptbestandtheil des Nabelstranggewebes bildet Bindegewebe, welches zu Bündeln gruppirt ein Maschengerüst bildet. Es sei mir erlaubt, die Beschreibung Henle's hier einzuschalten, dessen Darstellung der Architektonik des Gewebes ich nur vollkommen beistimmen kann. Henle*) sagt: „Die Bindegewebsbündel haben in der Umgebung der drei Gefässe einen der Längsaxe des Nabelstranges entsprechenden, in der Nähe der äusseren Oberfläche einen vorzugsweise ringförmigen Verlauf und kreuzen einander übrigens in verschiedenen Richtungen unter meist spitzen Winkeln. In grösserer oder geringerer Zahl zu Bälkchen und Blättern zusammengefügt, bilden sie ein Maschenwerk, welches auf feinen Durchschnitten schon mit freiem Auge oder mit der Lupe erkennbar ist, dessen Lücken im Querschnitt rundlich oder rautenförmig, mehr oder minder in die Länge gezogen, im Längsschnitt fast durchgängig länglich, spaltförmig erscheinen. Das Verhältniss der Balken zu den Lücken ist wechselnd; meistens sind in der Nähe der Oberfläche die Spalten relativ eng, die Blättchen 0,03 — 0,06 Mm. im Durchmesser; weiter nach innen haben die Bälkchen einen Durchmesser von 0,01 — 0,03 Mm., der von dem Durchmesser der Lücken um das zehnfache übertroffen werden kann. Zuweilen findet sich zwischen den Nabelgefässstämmen auf Querschnitten ein Knotenpunkt, um den sich concentrisch erst engere und dann, je weiter nach aussen, um so lockerere Maschen anlegen. Bei stärkeren Vergrösserungen sieht man häufig die gröberen Bälkchen noch hier und da durch

*) Jahresbericht für 1858. S. 61.

feinere, ja selbst durch einzelne Primitivbündelchen verbunden, welche isolirt mitten durch eine Lücke ziehen" (Fig. 7).

Hinzufügen möchte ich noch, dass wie unter der Epidermoidalschicht, so auch unmittelbar um die drei Gefässe herum das Maschennetz ein dichteres ist, und die Maschenräume verhältnissmässig kleiner sind, und von den Gefässen ab nach aussen zu weiter werden, gewissermassen ausstrahlen. Den vierten Knotenpunkt, dessen Henle erwähnt und den auch Virchow in seiner ersten Beschreibung bereits abbildete, habe ich nur selten angetroffen, ich möchte vermuthen, dass ein Rest des Ductus omphalo-mesentericus seinen Kern bildet, muss es aber vorläufig bei der blossen Vermuthung lassen. Der Unterschied, den Virchow macht zwischen „der dichteren cutisartigen Lage und dann der Wharton'schen Sulze, welche der Textur nach dem Unterhautgewebe entspricht", lässt sich nicht wohl durchführen, sondern die Textur ist in beiden Schichten ganz vollkommen die gleiche, nur dass eben gegen die Oberfläche hin die Maschen im Verhältniss zu den Balken allmälig an Grösse abnehmen (Fig. 8).

Das Gewebe der Balken besteht, wie bereits angeführt wurde, aus vollkommen gut ausgebildetem fibrillärem Bindegewebe. Der Mangel der Scheiden, überhaupt der elastischen Elemente unterscheidet es von dem anderwärts vorkommenden, sonst aber hat man ganz den Anblick des reifen gelockten Bindegewebes (Fig. 18).

Dagegen bieten die in ihrer Axe liegenden Zellen in den einzelnen Fällen ein oft so gänzlich verschiedenes Bild dar, dass dies einigermassen erklärt, wie sie so weit aus einandergehenden Auslegungen haben unterliegen können.

Dass es sich hier um Zellen oder deren Derivate handeln muss, ist aus der Entwicklungsgeschichte des Nabelstranggewebes hervorgegangen, ich brauche mich dadei nicht weiter aufzuhalten. Es handelt sich hier um die Zellen, aus welchen Virchow sein ernährendes Röhrennetz herleitet und welche Henle theils für Muskelzellen erklärt, theils aber vermuthet, es möchten Reste früher vorhandener Capillargefässe sein.

Dass Letzteres nicht der Fall ist, hat die Entwicklungsgeschichte gezeigt, indem uns in keinem der früheren Stadien andere Gefässe, als die drei grossen vorkamen.

Was aber die Deutung des andern Theils dieser Zellen als Muskelzellen anbelangt, so finden sich allerdings nicht selten Bilder, die dafür zu sprechen scheinen. Der Beschreibung, welche Henle von ihrer Form, sowie auch von ihrem Verhalten gegen Reagentien gibt, kann ich auch vollkommen zu-

stimmen, nicht gar selten finden sich in den Balken solche Muskelzellen sehr ähnliche Gebilde. Allein sie sind keine Muskelzellen. Erstens gibt es nicht wenige Nabelstränge, in denen man vergeblich auch nur nach einigermassen an Muskelzellen erinnernden Gebilden sucht, dann aber stimmt auch da wo man wirklich ähnliche Formen findet, dieselbe doch niemals vollkommen.

Vergleicht man sie mit den Muskelzellen der Gefässe, so wird man finden, dass die Zellen der Bälkchen rascher sich zuspitzen und in weit feinere Enden auslaufen, als dies bei den Muskelfasern je der Fall ist. Auch das Lichtbrechungsvermögen ist ein anderes und gibt der Zelle einen ziemlich verschiedenen Charakter, der freilich, wie auch der Formunterschied nicht hinreichend sein würde zum Gegenbeweis.

Einen positiven Beweis zu führen ist überhaupt nicht leicht. Zur Muskelzelle wird eine spindelförmige Zelle offenbar nur dadurch, dass sie sich mit contractiler Substanz füllt; für diese aber besitzen wir keine charakteristischen Reagentien. Indessen hat Moleschott*) in neuester Zeit ein Verfahren angegeben, durch welches es sehr leicht gelingt aus Geweben, welche Muskelzellen enthalten, dieselben darzustellen. Es ist dies eine Maceration feiner Schnittchen des Gewebes in Kalilauge von 35 %. Behandelt man Schnitte aus den Gefässen des Nabelstranges auf diese Weise 20—30 Minuten lang, so erhält man beim Zerzupfen massenweise isolirte Muskelzellen. Aus dem Gewebe zwischen Gefässen und Epidermis dagegen ist es mir niemals gelungen auch nur eine einzige Muskelzelle zu erhalten.

Ebenso auch gelang es durch längeres Kochen oder 24 stündige Einwirkung von concentrirter Salpetersäure nur sehr selten, Formen, die sich mit Muskelzellen vergleichen liessen darzustellen. Dagegen sind diese Mittel zur Isolirung sämmtlicher Zellen des Gewebes sehr vortrefflich, besonders das Kochen, welches die Formen weniger verändert, als die Säure (Fig. 9).

Damit stimmt denn auch überein, was die Entwicklungsgeschichte lehrt, dass nämlich zu einer Zeit, wo bereits vollkommen ausgebildete, in Form und Reactionen charakteristische Muskelzellen in circulärer Lage die mittlere Haut der Gefässe bilden, in dem eigentlichen Gewebe des Nabelstranges nur Zellen von ganz anderer Form und äusserster Zartheit sich vorfinden.

Wenn ich aber auch Henle nicht beistimmen kann in seiner Vermuthung, dass die fraglichen Zellen contractile seien, so

*) Wiener med. Wochenschrift. 3. Dec. 1859.

muss ich ihm doch vollkommen beitreten, wenn er sagt: „dass gar kein Grund vorliegt, sie für Jugendzustände elastischer Netze zu erklären", wie dies z. B. von Frey in seiner Histologie (S. 305) geschehen ist.

Einigermassen spricht schon dagegen, dass beim Rind, wo unzweifelhafte elastische Fasern vorkommen, dieselben nicht aus Zellen entstehen, sondern Verdichtungen der Grundsubstanz sind; dann aber stimmt das chemische Verhalten keinesweges vollkommen, denn obgleich diese Zellen eine sehr grosse Resistenz gegen Essigsäure und Salpetersäure besitzen können, in letzterer zwei bis drei Tage liegen, ohne aufgelöst zu werden, so macht sie doch verdünnte Kalilauge jedesmal sofort verschwinden und nach Kurzem lösen sie sich auf. Es wäre nun freilich nicht zu beweisen, dass bei längerer Lebensdauer sich ihre Membran nicht noch mehr veränderte und schliesslich auch gegen Kali resistent würde. Aus dem Folgenden wird aber hervorgehen, dass die fraglichen Zellen eine ganz andere Bedeutung haben, als die elastischen Fasernetze, sie sind Gefässanlagen.

Macht man einen Quer- oder Längsschnitt durch den frischen Nabelstrang und betrachtet ihn einfach mit Wasser versetzt, so sieht man in allen Fällen in gleicher Weise das bereits mehrfach erwähnte Maschengerüst der Bindegewebsbalken. Zellen sind so nur selten schon sichtbar, ausgenommen wenn solche von runder Gestalt in den Gallert-haltigen Maschenräumen liegen. Dies ist aber nicht constant. Um die Zellen in den Balken deutlich zu sehen, setzt man am besten erst Essigsäure und dann etwas Jodwasser zu. Die durch die Essigsäure aufgequollenen und durchsichtigen Bindegewebsbündel färben sich durch das Jod schwach gelb, während alle Zellmembranen eine dunklere Farbe annehmen, Kerne und Kernkörperchen die dunkelste. Man erkennt so nicht nur die Form der Zellen und ihre Lage zu einander, sondern da der Inhalt der Maschenräume farblos bleibt auch ihr Verhältniss zu den Balken.

Wendet man nun eine schwache 60—80fache Vergrösserung an, so sieht man in dem Maschennetz der Bindegewebsbalken gleichsam ein zweites Maschennetz liegen, gebildet durch die Zellen. Aber schon bei dieser Vergrösserung erkennt man, dass es sich bei den verschiedenen Nabelstrangsindividuen um sehr verschiedene Zustände der Zellen handeln müsse, denn wenn man in dem einen ein vollständiges geschlossenes Netz von ziemlich bedeutendem und sich gleichbleibendem Durchmesser antrifft, sieht man in dem anderen Schnittchen nur

schmale lange, theils durch feine Ausläufer zusammenhängende, theils ganz unabhängig von einander isolirt in den Balken liegende spindelförmige Zellen, in einem dritten Schnittchen aber begegnen dem Blick nur Netze von an- und abschwellenden Fasern. Wendet man nun starke Vergrösserung an, so findet man die Zellen in folgenden Zuständen:

1) Grosse dreieckige oder polygonale, durch breite Ausläufer unter einander sich verbindende Zellen mit ovalem Kernkörperchen-haltigem Kern (Fig. 10). Ihre Grösse ist ziemlich verschieden, die grössten erinnern einigermassen an die grossen multipolaren Ganglienzellen der grauen Nervensubstanz. Ohne die Ausläufer betrug bei einer solchen die Länge 0,0208''', die Breite 0,00892'''. Die Kerne messen bei einer Länge von 0,00297'''—0,00476''' in der Breite 0,00178'''—0,00357'''. Sie sind stets doppelt contourirt und enthalten ein auch zwei runde Kernkörperchen. Die Kerne sind in lebhafter Theilung begriffen, selten begegnet man einer Zelle mit nur Einem Kern und in den ausgebildetsten Fällen findet man bis zu sieben Kernen in einer Zelle.

Der Inhalt dieser letzteren ist verschieden, bald ganz feinkörnig, matt, mit Jod dunkel sich färbend, wahrscheinlich also Protein-haltig, oder klar, oder auch (und dies ist sehr häufig) mit Fetttröpfchen mehr oder minder durchsetzt.

Die Ausläufer, deren die Zellen bis zu sieben und mehr haben, besitzen meist eine ziemlich bedeutende Breite, 0,0035''' und mehr, nicht selten sind sie bis zur Weite der Zelle ausgedehnt und stellen so doppelcontourirte kernhaltige Schläuche dar, von bedeutendem, an- und abschwellendem Durchmesser, welche nicht nur Aehnlichkeit mit Capillaren haben, sondern die man entschieden für nichts anderes halten kann, als für Capillaren. In diesen Schläuchen nehmen die Kerntheilungen ihren ungestörten Fortgang, häufig liegen zwei Kerne dicht bei einander, anderwärts sind sie durch fortgesetztes Wachsthum des Rohrs bereits aus einander gerückt. Es stimmt diese lebhafte Kernvermehrung ganz zu der an anderen Orten beobachteten Bildung der Capillaren.

So sagt Bruch*), der die Gefässbildung in der Wharton'schen Sulze des Rinds beobachtete: „In sehr vielen von den sternförmigen Zellen, welche zur Bildung der feinsten Capillaren dienen, bemerkt man eine wahre Prolification der Kerne und zwar durch Theilung, so dass man oft vier Kerne in demselben Zellenkörper eingeschlossen findet. Diese Kerne

*) a. a. O. S. 178.

rücken mit dem Wachsthum der Zelle aus einander und scheinen sich wiederholt theilen zu können."

Macht man mit Essigsäure die Balken durchsichtig, so tritt dadurch der Zellcontour dennoch nicht hervor, obgleich die Form der Zelle im Allgemeinen meist erkennbar wird durch den der Säure widerstehenden dunklen Inhalt. Allein die Membran unterscheidet sich dann nicht von dem sie umgebenden nun ebenfalls klar und durchsichtig gewordenen Bindegewebe.

Salpetersäure und Kali färbt die Zellenmenbranen gelb. Im Wesentlichen bleiben sich diese Capillaren bildenden Zellen, wo sie überhaupt die beschriebene Entwicklungsstufe erreicht haben, an den verschiedenen Stellen des Nabelstranges gleich, nur hängt natürlich die Länge und Zahl ihrer Ausläufer, sowie auch einigermassen ihre Gestalt von der Gestalt und der Länge des Balkennetzes ab, in welchem sie liegen. So sind an der Peripherie unmittelbar unter der Epidermis, die Ausläufer kurz, oft kürzer als die Zelle selbst (Fig. 11), weil hier die Balken sehr kurz, die Maschenräume sehr klein sind, während unmittelbar um die grossen Gefässe die Maschen eng, aber sehr lang sind und demgemäss auch die Zellenform lang, verhältnissmässig schmal ist, die Gestalt mehr der Spindelform sich nähert und die Zahl der Ausläufer sich oft auf zwei beschränkt. Lang gestreckte gut ausgebildete Capillarröhrchen finden sich am häufigsten in der Mitte zwischen Peripherie und Gefässen (Fig. 12).

Wo es einmal in einem Nabelstrang zur Bildung von Capillaren gekommen ist, da sind sie oft über grosse Strecken des Gewebes verbreitet, und meistens finden sich dann im ganzen Nabelstrang die Zellen gross, strotzend mit Saft gefüllt, die Kerne in lebhafter Theilung begriffen.

2) Ein sehr von diesem verschiedenes Bild erhält man in andern Fällen.

Man findet dann in den Balken ganz schmale, spindelförmige Zellen mit längeren oder kürzeren fadenförmigen Ausläufern und kleinem, länglich ovalem, einfach contourirtem, stark glänzendem Kern, der seine Bläschennatur verloren hat und sich wie ein fester Körper ausnimmt (Fig. 13). Der Kern liegt den Zellwänden durchaus an, oder ist vollständig mit ihnen verschmolzen. Das Kernkörperchen fehlt stets (Fig. 14 *a*). Oft aber auch ist nur noch eine Andeutung des Kernes übrig geblieben, eine geringe Anschwellung der Faser in ihrer Mitte. Gegen Essigsäure sind diese Zellen vollkommen resistent, mit Salpetersäure und Kali behandelt färben sie sich gelb, dagegen verschwinden sie sogleich bei Behandlung mit Kalilauge.

Sie liegen theils einzeln hinter einander, theils mehrere parallel neben einander und anastomosiren seltener. Doch kommt auch dies vor, die Enden verschmelzen dann mit einander (Fig. 13). Ebenso aber können auch neben einander liegende Fasern mit einander verschmelzen, indem die Grundsubstanz zwischen ihnen den chemischen Charakter der Fasern annimmt. Es entstehen so breitere bandartige Streifen in welchen die einzelnen Fasern mehr oder weniger noch zu erkennen sind (Fig. 14 *b*).

An der Peripherie ist ihr Verhalten ein etwas anderes. Dort lagen in früherer Fötalperiode vorzüglich die sternförmigen Zellen. Diese finden sich auch jetzt noch vor, haben aber ebenso sich verdichtet und sind faserartig geworden wie die früheren Spindelzellen. Von dem kleinen Kern, dem die Zellmembran bald lockerer, bald dichter anliegt, strahlen nach den Seiten hin Ausläufer, welche meistens anastomosiren mit benachbarten Zellenausläufern. Auch sie sind schmal, dunkelcontourirt, das Licht stark brechend, resistent gegen Säuren. Man findet diese Form der Zellenentwicklung nicht nur an Nabelsträngen ausgetragener Kinder, ich sah sie bereits im 7. Monat des Fötallebens.

3) Zwischen diesen beiden Extremen, der faserartig gewordenen Zelle und den Capillaren kommen nun die mannigfachsten Zwischenstufen vor (Fig. 15). Breitere spindelförmige Zellen, in Essigsäure erblassend, mit ovalem Kernkörperchenhaltigen Kern und kurzen, oft auch mit sehr langen Ausläufern, die ein mehr oder minder vollständiges Netzwerk bilden, zugleich dann auch Zellen mit drei und mehr Ausläufern, die aber alle sehr schmal sind. In anderen Fällen findet man die Zellen gross, aber die Ausläufer noch schmal und häufig frei auslaufend, ohne mit anderen in Verbindung zu treten.

Auffallend ist die sehr häufig eintretende Fettumwandlung dieser zelligen Elemente. Sie findet sich am seltensten bei der zur Faser gewordenen Zelle, obwohl auch hier es vorkommt, dass Reihen feiner Fetttröpfchen ihnen ansitzen (Fig. 13 *b*); am häufigsten aber bei den Zellen, die ihrer Ausbildung zu Capillaren am nächsten gekommen waren, und zwar kann man hier die verschiedenen Stadien genau verfolgen. Theils sind die Zellen mit Fetttröpfchen gefüllt, theils ist ihre Membran ganz oder theilweise aufgelöst und die Kerne liegen umgeben von Körnerhäufchen frei, theils sind auch die Kerne in fettigem Zerfall begriffen und in einem Fall fand ich gar keine zelligen Elemente im Gewebe, d. h. weder Zellen noch Kerne, sondern nur Haufen von

feinen Fettmolekülen, die durch ihre Gestalt ihre Abstammung aus den Kernen und Zellen zum Theil noch erkennen liessen (Fig. 15 *f*).

Der Kern wird immer erst viel später von der fettigen Umwandlung ergriffen, als der Zelleninhalt und die Zellmembran; wenn jene bereits zerfallen, kann dieser noch ganz intakt erscheinen (Fig. 15 *f* u. *g*).

Nur auf diese Weise kann ich mir erklären, dass zuweilen Stellen im Gewebe vorkommen, wo nur freie Kerne von der gewöhnlichen ovalen Gestalt in den Balken liegen und man durch keine Mittel einen Zellinhalt, noch eine Zellmembran nachzuweisen vermag (Fig. 17). Allerdings bleibt es immer auffallend, dass die Fetttröpfchen aus der Umgebung der Kerne verschwunden sind, wenn man sich nicht mit der Annahme einer Resorption derselben begnügen will.

Es sind dies wahrscheinlich die Bilder, welche Beneke*) verleitet haben, den Nabelstrang anzusehen als aus „einer sehr zart fibrillären, fast amorphen Grundsubstanz und in ihr eingeschlossenen Kernen" bestehend. Indessen ist die Methode der Untersuchung, welche Beneke angibt, auch nicht geeignet, um Zellmembranen deutlich zu machen, auch wenn sie nicht fehlen. Wenn man zwar feine Schnittchen Tage lang in Carminlösung legt, so färben sich meistens auch die Zellen, obgleich immer schwächer als die Kerne, allein wirkt das Carmin nur wenige Augenblicke, so färben sich stets nur die Kerne, die eben eine ganz besondere Verwandtschaft zum Carmin zu besitzen scheinen.

Bei so verschiedenartiger Ausbildung der Zellen muss natürlich auch ihr Querschnitt sehr verschieden sein. Bald ist er ein einfacher kreisförmiger kleiner Punkt von starkem Lichtbrechungsvermögen, bald ist er grösser, bald auch sind es zwei concentrische Kreise in einander, der Eine Durchschnitt des Kerns, der andere der Zelle, er ähnelt dann zuweilen sehr einer kleinen Epithelzelle, wie Henle**) angibt, jedoch findet man in solchen Nabelsträngen, wo es zur Capillarbildung kam, häufig beide Kreise, äussere und innere, doppelcontourirt, entsprechend der bereits verdickten Zellwand (Fig. 10 *c*).

Es bleibt mir noch übrig zu bemerken, dass von den verschiedenen Entwicklungs- oder Rückbildungsstufen sich meist mehrere zugleich in einem Nabelstrang vorfinden.

---

*) Ueber die Nichtidentität der Knochen-Knorpel- und Bindegewebskörperchen. Göttingen. 1859. S. 391.

**) a. a. O. S. 62.

Ich habe in einem Querschnitt auf der einen Seite sämmtliche Zellen gross, mit breiten doppelcontourirten Ausläufern, mit Kernprolifikation und fettigem Inhalt gefunden, auf der anderen Seite bildeten sie ein zusammenhängendes Netz ganz schmaler, kaum noch kernhaltiger Fasern und dazwischen fanden sich sämmtliche Uebergänge von einer Form in die andere. An demselben Präparat konnte man auch die Uebergänge vom fetttröpfchenhaltigen Capillargefäss bis zum fettigen Zerfall des Kerns, der die Zellmembran vorherging, verfolgen (Fig. 15).

In den meisten Fällen aber finden sich nur die nächststehenden Stufen der Entwicklung zu gleicher Zeit, vor Allem scheint es zur Ausbildung vollkommener Capillaren nur seltener zu kommen.

Man könnte wohl geneigt sein, diese sehr verschiedenen Metamorphosen der Zellen so zu erklären, dass ein Theil von ihnen Gefässanlage, ein anderer Anlage elastischer Netze sei. Dies wiederlegt sich indessen schon dadurch, dass, wenn auch in einem und demselben Nabelstrang die verschiedensten Formen zusammen sich vorfinden, dies stets doch so geschieht, dass ein Theil des Gewebes nur Capillaren und grosse wachsende Zellen, ein anderer dagegen nur faserartige führt. Die einen vertreten die andern, es scheint, als hätten die Zellen zum Theil ihr eigentliches Ziel, Gefässe zu werden, aus den Augen verloren und irrten nun auf Abwegen umher.

Vergleichen wir nun also die beiden Entwicklungsreihen des Nabelstranges beim Menschen und beim Rind, so sehen wir aus denselben Elementen, homogener Grundsubstanz mit Zellen, runden, spindel- und sternförmigen, sich in dem einen Fall formloses Bindegewebe mit elastischen Fasern, vielen muskelreichen Gefässen und vollständigem blutführendem Capillarsystem entwickeln; in dem anderen Fall finden wir ein Bindegewebe, dessen Bündel zu einem regelmässigen Maschensystem gruppirt sind, welchem elastische Elemente fehlen und dessen spindel- und sternförmige Zellen sich nur ausnahmsweise zu einem unvollständigen, niemals bluthaltigen, noch mit Gefässen zusammenhängenden Capillarsystem ausbilden, in der Regel aber bei der Geburt diese letzte Entwicklungsstufe noch nicht erreicht haben, in ihrer ursprünglichen Gestalt mehr oder minder verharren und dabei der Fettmetamorphose unterliegen, oder aber zusammenschrumpfen, faserartig werden und zugleich ihren chemischen Charakter ändern, indem sie resistenter gegen

gewisse Reagentien werden, sich also in ihren Eigenschaften dem elastischen Gewebe nähern.

Nur in dem ersten Fall hat bis zum Moment der Geburt eine fortwährend aufsteigende Metamorphose stattgefunden, die Kerne sind in lebhafter Vermehrung begriffen, die Zellen von Saft weit ausgedehnt, Alles deutet auf fortdauerndes Wachsthum, ganz so wie auch beim Rind, wo im Nabelstrang die Gefässbildung bis zum Moment der Geburt andauert. Dagegen finden sich in allen anderen Fällen stets mehr oder minder die Charaktere der Rückbildung, sei es durch Umwandlung zur Faser, sei es durch fettigen Zerfall.

Es scheint also auch hier, wie bei dem Wiederkäuer, die Gefässbildung das eigentliche Endziel der Zellenmetamorphose zu sein, ein Ziel welches aber meist nur sehr unvollständig und niemals vollkommen erreicht wird, da die Gefässe fehlen, welche ein sich bildendes Capillarsystem mit den grossen blutführenden Canälen verbinden könnten.

Wir hätten also hier gewissermassen eine Bildung der Analogie vor uns, wie sie die vergleichende Anatomie in makroskopischen Verhältnissen schon lange kennen gelehrt hat. Es müsste denn sein, dass diese Capillaranlagen als Vasa serosa functionirten. Dann könnte man mit Virchow in Bezug auf die functionelle Bedeutnng seines Zellennetzes vollkommen übereinstimmen, wenn man auch dasselbe morphologisch anders ansehen muss.

Dagegen spricht freilich schon sehr, dass die Ausbildung eines solchen zusammenhängenden Röhrennetzes nur bisweilen, nicht aber regelmässig stattfindet und auch dann häufig nur stellenweise, nicht über den ganzen Nabelstrang verbreitet; und weiter, dass in Fällen, wo nur geschrumpfte faserartig gewordene Zellen, die wohl kaum noch eine erhebliche Höhlung besitzen können, oder in Fällen, wo durch fettige Metamorphose die Wände der zelligen Röhren zerfallen sind, wo also gewiss auch die Säfteleitung nicht mehr durch sie vor sich gehen kann, die Ernährung des Gewebes ganz ebenso gut vor sich zu gehen scheint. Dann aber ist es wohl auch sehr auffallend, dass gerade in den säfteleitenden Theilen sich die fettige Entartung zuerst zeigt, während an den Zellen der Epidermoidalschicht davon niemals eine Spur zu sehen ist, obgleich diese ja am weitesten von den blutführenden Canälen entfernt liegen. Gerade dieses Factum scheint mir sehr bestimmt den Werth dieses Zellennetzes, als eines Ernährungsapparates, in Frage zu stellen.

Directe Versuche führten mich zu demselben Schluss.

Ein Stück Nabelstrang wurde frisch mit seinem querabgeschnittenen Ende in eine concentrirte Carminlösung gehängt, so dass es 2 Cm. tief eintauchte. Nach 48 Stunden war das eintauchende Ende stark angeschwollen (Differenz vom oberen Ende 0,4 Cm.). Aeusserlich reichte die Färbung bis zu 5 Cm. Höhe hinauf, indessen betraf hier die Röthung nur die Zellen der Epidermis; in 4,5 Cm. Höhe war nur eine schmale Schicht unter der Epidermis mitgefärbt, aber sehr schwach; in 4 Cm. Höhe fand sie sich bereits bis zu 1 Mm. Tiefe vor, in der Höhe von 2 Cm. war fast der ganze Querschnitt geröthet, mit Ausnahme der drei Gefässe und des Raumes zwischen denselben, wo noch keine Spur von Färbung vorhanden war. Ganz ebenso blieb das Verhältniss bis zu der Höhe von 0,5 Cm., nur wurde die Röthung überhaupt intensiver, auch erschien die Epithelschicht der Vene imbibirt.

Totale Färbung des ganzen Querschnitts trat erst 0,1 Cm. über dem Schnittende ein.

Betrachtete man einen Querschnitt unter dem Mikroskop, so erschien die Röthung vollkommen diffus den Balken anhaftend, von der Peripherie gegen die Gefässe hin allmälig schwindend. Nirgends sah man mit Carminlösung gefüllte Röhren, oder auch nur überhaupt durch stärkere Färbung hervortretende Streifen, nur die Kerne waren in den ganz gleichmässig gerötheten Bindegewebsbalken am tiefsten gefärbt.

Die Zellen der Epidermis zeigten die stärkste Färbung, dann die Epithelzellen der Vene, die Balken stets eine sehr viel schwächere, und an den Uebergangsstellen in ganz ungefärbte Bezirke eine so schwache Färbung, dass sie eben nur noch als Verfärbung des reinen Weiss ins Schmuzige zu erkennen war.

Aus diesen Beobachtungen muss geschlossen werden, dass das Ansaugen der Carminlösung am raschesten durch die Epithelzellen geschieht, die bekanntlich nicht mit einander anastomosiren, sondern bei welchen die Säfteleitung allein auf dem Weg der En- und Exosmose stattfinden kann.

Weiter aber muss geschlossen werden, dass die Zellen der Bindegewebsbalken die Carminlösung durchaus nicht besser leiten, als der ganze Bindegewebsbalken.

Ich habe diesen Imbibitionsversuch später mit einem Nabelstrang wiederholt, in dessen grösstem Theil es bereits zur Bildung von Capillaren gekommen war. Die gefärbte Flüssigkeit wurde hier ebenso emporgesogen wie in dem früheren Fall, nur färbten sich sämmtliche Kerne der gefärbten Bezirke,

zum Theil auch ganze Zellen. Indessen auch hier scheint das Bindegewebe ganz ebenso gut zu leiten als die Zellen, da die Uebergangsstellen von gefärbten zu ungefärbten Partien niemals mit Farbstoff gefüllte Canälchen zeigten, sondern stets die ganzen Balken eine vollkommene gleichmässige, wenn auch noch so schwache Färbung zeigten.

Erwähnenswerth ist auch wohl noch, dass die Gallerte in den Maschenräumen, die getrocknet doch so rasch, fast momentan sich mit Wasser imbibirt, durch die Carminlösung durchaus nicht gefärbt wird.

Sucht man sich die Bedeutung der spindel- und sternförmigen Zellen für die Entwicklung des formlosen Bindegewebes im Nabelstrang klar zu machen, so fällt vor Allem ins Auge, dass sie beim Rind zwar zum grossen Theil bestimmt scheinen Gefässe zu werden, aber keineswegs alle. Wir sahen sie in früher embryonaler Periode massenweise eingebettet in die homogene Grundsubstanz. Es ist wohl kein Zweifel, dass eine Wechselwirkung zwischen ihnen und der Grundsubstanz stattfinden muss, dass sowohl die Zellen auf die Grundsubstanz als die Grundsubstanz auf die Zellen bestimmend wirken müssen. Es ist dies das Verhältniss für welches man den Namen der Zelle und der Intercellularsubstanz angenommen hat. Nun sind aber nicht alle diese Zellen bloss zum Dienst der sich entwickelnden Intercellularsubstanz da, ein grosser Theil von ihnen soll dem fertigen Gewebe Gefässe liefern, während der andere Theil nach beendeter Entwicklung schrumpfend und scheinbar bedeutungslos in dem Gewebe liegen bleibt. Es wäre aber höchst seltsam, wollte man nun eine Trennung vornehmen und diejenigen Spindelzellen, welche bestimmt sind, später zu Gefässen zu werden, von einer Bedeutung für die Grundsubstanz und einer innigen Beziehung zu ihr lossprechen.

Kann man dies aber nicht, wie es denn wohl keinem Zweifel unterliegt, so sind eben sämmtliche Spindel- und Sternzellen allgemein histologische Formelemente des embryonalen Bindegewebes, einerlei ob sie später Gefässe werden oder nicht. Die Zellen, welche zu Gefässen werden, sind also zugleich allgemein histologische und organologische Formelemente und auch im menschlichen Nabelstrang, wo sämmtliche Zellen mit Ausläufern als Gefässanlagen zu betrachten sind, müssen sie nichts desto weniger doch zugleich auch als allgemein histologische Elemente gelten, da ihnen allein schon ihrer Lagerung in der homogenen Grund-

substanz halber die functionelle Bedeutung derselben gewiss zukommt.

In dieser Hinsicht kann ich mit den Ansichten nicht übereinstimmen, die Baur*) in letzter Zeit geltend zu machen suchte. Baur, der das Bindegewebe aus Zellen (die aber Schwann'schen Kernen entsprechen) und Intercellularsubstanz bestehend sich denkt, betrachtet die Gefässe in demselben, als Bindegewebe im Bindegewebe, d. h. er denkt sie sich zusammengesetzt aus Zellen (Kernen) und Intercellularsubstanz, ganz ebenso wie das eigentliche Bindegewebe. Die spindel- und sternförmigen Körper gehen nach seiner Ansicht hervor aus „einer Verdichtung der gallertartigen Zwischensubstanz um die eingeschlossenen Kerne.“ Es heisst dann in seiner Schrift: „Nur die Consequenz hiervon ist es, dass einerseits die verzweigten Körper des Schleimgewebes, wenn sie Zellen der Bindesubstanz entsprechen würden, nicht zugleich Gefässanlagen sein könnten, weil sie nur ein Element des Bindegewebes repräsentirten, andererseits, dass, weil sie nachgewiessenermassen Gefässanlagen sind, nicht allgemein histologische Formelemente des Bindegewebes sein können.“ Das heisst also: Da die Gefässe Bindegewebe sind und da dieselben aus den sternförmigen Körpern entstehen, so können diese sternförmigen Körper keine Zellen sein, sie können, ehe sie zu Gefässen geworden sind, keine Bedeutung für das Gewebe haben. Fragt man nun, wie so denn die Capillaren Bindegewebe seien, so antwortet Baur: „dass die Wand der Capillaren den Charakter des Bindegewebes besitzt, ist eine anerkannte Wahrheit.“

Ich halte indess dafür, dass sie in chemischer Hinsicht weit mehr mit dem elastischen Gewebe und der Zellmembran übereinstimmt, als mit der Grundsubstanz des Bindegewebes und könnte für diese Ansicht Belege beibringen und Autoren citiren, wenn es nöthig wäre. Baur sagt aber später selbst: „dass die Wand der Capillaren in ihrem Verhalten gegen Essigsäure schon der elastischen Substanz sich nähert.“

Ich stimme mit Baur ganz überein, dass die Spindel- und Sternzellen Gefässanlagen sind, ja ich glaube sogar mit vorstehenden Mittheilungen einen Beleg zu der Ansicht geliefert zu haben, dass sie auch da, wo sich niemals ein blutführendes Capillarnetz herstellt, doch die Bedeutung von Gefässanlagen haben, allein ich glaube nur, dass gar nichts uns veranlassen kann, sie von einer Bedeutung für die sich entwickelnde Grundsubstanz freizusprechen, sie zugleich

---

*) Die Entwicklung der Bindesubstanz. Tübingen. 1858.

als die „Zellen“ der „Intercellularsubstanz“ zu betrachten, welche schliesslich in fibrilläre Bündel sich spaltet, „Bindegewebe“ im alten Sinn des Worts wird*). Auch die Ansicht, welche die fraglichen Körper nicht als directe Abkömmlinge Schwann'scher Zellen, sondern als Verdichtungen von Grundsubstanz um Kerne ansieht, sollte dagegen, wie ich glaube, nichts einzuwenden haben, da es nur ein Fortschreiten der Verdichtung wäre, wenn sich auch noch eine Membran um die Zellsubstanzagglomerate bildete, ja da es sich hierbei nur um ein früher oder später handeln kann, denn wenn die spindelförmigen Körper zu Capillaren werden sollen, so muss sich dann jedenfalls eine Membran um sie bilden; man sieht nicht ein, warum das nicht auch schon früher geschehen könnte. Uebrigens hängt die Bedeutung dieser Körper für die Grundsubstanz wohl nicht durchaus an der Existenz einer Membran. Gerade im menschlichen Nabelstrang ist es gewiss auffallend, dass an Stellen, in welchen es zur Bildung eines Capillarnetzes gekommen ist, keine der ursprünglichen Spindelzellen, sei es intakt oder geschrumpft, oder auch vielleicht nur Kerne in den Balken liegen bleiben. Das Bindegewebe wäre also hier Intercellularsubstanz ohne Zellen, wenn man sich nicht die später Gefässe werdenden Zellen in diesem Verhältniss zur Grundsubstanz stehend denken kann. Kann man das aber, so ist dann das Bindegewebe „allgemeine Intercellularsubstanz.“ Dass aber diese vielbesprochenen Zellen einen Einfluss auf die Grundsubstanz ausüben, sieht man daran, dass letztere sich um die Zellen herum zu Bündeln zusammenzieht, dass gewissermassen das Maschennetz der sternförmigen Zellen die Form ist, über welche sich das Maschennetz der Bindegewebsbalken formt, und weiter dadurch, dass die Spaltung der Balkensubstanz in Fribrillen stets der Längsrichtung der Zellen parallel erfolgt. Mit letzterem stimmt auch die Bemerkung Baur's**) überein, „dass die Spaltung der Grundsubstanz parallel um die Gefässe erfolge.“

---

*) Ich verkenne nicht, dass die Thatsachen auch einer umgekehrten Deutung fähig sind. Man kann mit Leydig sagen: „die verzweigten Zellen der Bindesubstanz vermögen sich unmittelbar zu den Capillaren der Blut- und Lymphgefässe fortzubilden.“ Da indessen bis jetzt das Körperchennetz alles reifen Bindegewebes, wie es Virchow annimmt, nicht unzweifelhaft existirt, man sogar im Gegentheil gerade solche Orte, wo die Gefässnetze nicht ihre volle Entwicklung erreicht haben, wie Cornea und Nabelstrang, zu Stützpunkten für ihre Existenz aufruft, während hingegen Capillarnetze anerkannte Dinge sind, so möchte es auch wohl richtiger sein, diese zum Ausgangspunkt der Anschauung zu nehmen, als jene.

**) a. a. O.

Fassen wir die Ergebnisse der Untersuchung zusammen, so haben wir das Gewebe des reifen menschlichen Nabelstranges erkannt als zusammengesetzt aus verschiedenen histologischen Einheiten, aus Bindegewebsbalken, welche ein Maschenwerk bilden, dessen Maschenräume von einer gallertigen Mucinlösung erfüllt sind, zuweilen auch noch ausserdem runde, kernhaltige Zellen enthalten, während in den Bindegewebsbalken selbst sich mehr oder weniger entwickelte Capillaranlagen vorfinden, welche sich durch die grosse Mehrzahl der Balken forterstrecken und welche zwar in einzelnen Fällen wirklich ein Röhrensystem darstellen, indessen dennoch für die Ernährung des Gewebes von untergeordneter Bedeutung sind, in vielen Fällen aber nach Form und wohl auch functioneller Bedeutung sich den elastischen Fasern (Stützfasern) nähern.

Der Name „Schleimgewebe" muss daher für den Nabelstrang aufgegeben werden, wenn man wenigstens damit eine histologische Einheit und nicht ein Organ bezeichnen will, welches mucinhaltige Räume einschliesst.

Versteht man nun unter Schleimgewebe structurlose gallertige Grundsubstanz, in welcher Zellen eingebettet sind*), seien dieselben nun rund, seien sie mit Ausläufern versehen, so passt der Name nicht einmal ganz auf die embryonale Zeit des Nabelstranges, denn hier schon besteht das Gewebe nicht mehr allein aus Zellen und Intercellularsubstanz, sondern es kommt noch eine Gallerte mit eigenthümlichen Zellen hinzu. Man könnte also nur die Balken mit den in ihnen liegenden Zellen in früher Embryonalperiode als Schleimgewebe auffassen, wo dann freilich gerade das Namengebende, der Schleim, nicht mit dazu gehörte. Allein auch dies nicht mit grösserem Recht, als man den embryonalen Zustand des formlosen Bindegewebes überhaupt mit diesem besonderen Namen bezeichnet.

In Bezug auf die noch nicht besprochenen Theile des Nabelstranges, die drei Gefässe und die Epidermoidalschicht, kann ich dem Bekannten kaum Etwas hinzufügen.

Letztere besteht aus mehrfach geschichtetem Pflasterepithel, dessen äusserste Lagen ihre Zellennatur bis zur Geburt vollkommen bewahren.

Was die Gefässe betrifft, muss ich der Angabe Henle's**) beistimmen, dass dieselben ausser der dicken Quermuskel-

*) Siehe Frey, Histologie S. 259.
**) a. a. O. S. 62.

schicht auch längslaufende Muskelbündel besitzen. Und zwar bilden dieselben keine continuirliche Schicht, sondern bei den Arterien durchsetzen sie bündelweise entweder die Kreismuskelschicht, oder sind aussen derselben angelagert und bilden so einen mehr oder weniger vollständigen Ring um jene (auf dem Querschnitt); bei der Vene liegen sie entweder als einzelne Bündel an der Peripherie der Kreismuskelschicht, oder auch sie durchsetzen die Adventitia. Letztere besteht aus demselben Gewebe, aus welchem die Hauptmasse des Nabelstranges besteht, aus Bindegewebe mit Capillaranlagen.

Ebenso kann ich die Beobachtung Henle's vollkommen bestätigen von „feinen aber völlig ausgebildeten elastischen Fasernetzen auf der inneren Oberfläche der Gefässstämme und zwischen den Ringfaserschichten derselben."

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Spindelförmige Zellen aus dem Nabelstrang eines Rindsembryo von 2 Cm. Länge. *a* Ohne Zusatz und in situ gezeichnet. *b* Capillaranlage. Die Spindelzellen vergrössert, die Wand verdickt (bei *c* doppelter Contour), Kernvermehrung. Mit Jodwasser schwach gefärbt.

Fig. 2. Sternförmige Zellen aus dem Nabelstrang eines Rindsembryo von 6 Cm. Länge. *a* Mit Essigsäure und Jod behandelt. *b* eine halbe Stunde mit Wasser behandelt. Die Zellmembran hat sich vom Inhalt abgehoben und durch Wasserimbibition aufgebläht.

Fig. 3. Aus dem Nabelstrang eines Rindsfötus von 1′ Länge. Schnittchen mit Carmin gefärbt. *a* fibrilläre Grundsubstanz. *b* Spindelzellen.

Fig. 4. Von demselben Präparat. Schnittchen mit Essigsäure und Jod behandelt. *a* Kleine Arterie mit Zellen bedeckt, von denen nur die Kerne erkennbar. *b* Capillargefäss in der Anlage, bei *c* Sprossenbildung und Verbindung der Sprosse mit dem Ausläufer einer sternförmigen Zelle *d*; *e* spindelförmige Zellen; *f* elastische Fasern.

Fig. 5. Aus demselben Objekt. Schnittchen mit verdünnter Kalilauge behandelt. Elastische Fasern in situ.

Fig. 6. Aus dem Nabelstrang von viermonatlichen menschlichen Embryonen. *a* Spindelzelle mit drei Kernkörperchen ohne Zusatz. *b* Eben solche mit Kerntheilungen, gekocht und mit Carmin gefärbt, in situ gezeichnet. *c* Sternzellen mit Carmin gefärbt. *d* Zellen, deren Inhalt geschrumpft und die Membran zusammengefallen, faltig ist, mit einzelnen Fettkörperchen bedeckt. *e* Sternzellen im Zusammenhang. Beginnende fettige Entartung, stellenweise schon weit vorgeschritten. Mit Essigsäure und Jod behandelt. *f* Weiter vorgeschrittene fettige Degeneration, die beiden Kerne sind nur noch durch eine Brücke unbestimmt begrenzter feinkörniger Materie verbunden. *g* Auch die Kerne sind zerstört, nur noch unregelmässige Haufen von Fettmolekeln an Stelle der Zellen. Fein fibrilläre Grundsubstanz. *h* Muskelzellen aus einer Arterie mit Carmin gefärbt.

Die Vergrösserung für Fig. 1—6 ist die gleiche, etwa 300. Kellner Okular 1 mit Objektiv 3.

Fig. 7. Querschnitt durch den reifen menschlichen Nabelstrang. Vergrösserung 8 Mal; nach einer von Prof. Henle mir übergebenen Zeichnung.

Fig. 8. Querschnitt durch den getrockneten reifen menschlichen Nabelstrang. Schnittchen in Wasser aufgequellt. *a* Epidermoidalschicht. *b* Maschengewebe der Bindegewebsbalken gegen die Peripherie zu enger werdend. *c* Maschenräume. Vergrösserung 80.

Fig. 9. Verschiedene zellige Elemente aus dem reifen Nabelstrang, durch anhaltendes Kochen isolirt. *a* Muskelzellen ähnliche Gebilde. *b* Schmale faserähnliche, *c* langgestreckte, spindelförmige, theilweise mit Fettkörnchen gefüllte, *d* sternförmige Zellen mit schon ziemlich weiten Ausläufern. *e* Membranöser Schlauch mit deutlichem Lumen und Kern, *f* ein ähnlicher. Vergrösserung 300.

Fig. 10. Frischer Querschnitt aus einem reifen Nabelstrang. Mit Essigsäure und Jod behandelt. Capillarnetzbildung. *a* Grosse Zellen mit vielen Kernen und körnigem Inhalt. *b* Schlauchartige Verbindungen derselben mit häufig doppeltem Contour. *c* Querschnitt zweier Bindegewebsbalken mit Zellen und Kern.

Fig. 11. Aus demselben Präparat, dicht unter der Epidermis. *a* Weitausgedehnte Zellen mit breiten Ausläufern. *b* Engmaschiges Zellennetz. Vergrösserung 300.

Fig. 12. Frischer Querschnitt von demselben Nabelstrang. Aus der Mitte zwischen Epidermis und Gefäss. Mit Essigsäure und Jod behandelt. Die Bindegewebsbalken sind etwas gequollen, homogen und schwach gelb gefärbt, das Capillarnetz braun. *a* Balken. *b* Maschenräume. *c* Capillarnetz. *d* Quer durchschnittene Gefässe. Vergrösserung 150.

Fig. 13. Aus dem frischen Querschnitt eines reifen Nabelstranges. Mit Essigsäure und Jod behandelt. Nur die Zellen sind gezeichnet, welche faserartig geworden Netze bilden. *a* Kernreste. *b* Fetttröpfchen.

Fig. 14. Aus einem andern Nabelstrang, ebenso behandelt. *a* Zellennatur noch etwas mehr erhalten. *b* Zu faserigen Bändern verschmolzene Zellen.

Fig. 15. Verschiedene Zellenformen aus dem Querschnitt eines reifen Nabelstranges. Mit Essigsäure und Jod behandelt. *a* Dreieckige Zellen mit kleinem Kern, ohne Nucleolus, in situ. *b* Breiter, schlauchförmiger Ausläufer in Zusammenhang mit einer Zelle. *c* Schmälere spindelförmige Zelle mit länglichem Kernkörperhaltigem Kern. *d* Noch mehr geschrumpfte Zelle. Kern ohne Kernkörperchen. *e* Faserartige Zelle mit blosser Kernanschwellung. *f* Fettumwandlung der Zellen mit Zerstörung der Membran und bei *g* auch des Kerns. Vergrösserung von Fig. 13—15. 300.

Fig. 16. Frischer Querschnitt aus einem reifen Nabelstrang, mit Carmin gefärbt und mit Glycerin behandelt. *a* Balken. *b* Maschenräume. *c* Zellen mit feinen anastomosirenden Ausläufern. *d* Querschnitte von Zellen *e* eine runde Kernzelle. Vergrösserung 200.

Fig. 17. Aus dem Querschnitt eines frischen reifen Nabelstranges. Mit Essigsäure und Jod behandelt. Zellenfreie Stelle. *a* Balken, deren Structur durch die Essigsäure nicht vollkommen verwischt ist. *b* Maschenräume. *c* Kerne.

Fig. 18. Reifer Nabelstrang. Bindegewebsbündel von einer Stelle, wo dieselben durch abnorm vermehrte Gallertbildung mehr als gewöhnlich aus einander gedrängt waren, in situ. Scheerenschnittchen mit Wasser. *a* Grosse ovale Kernzellen.

Ueber die
Entwickelung der Hornhaut des Wirbelthierauges.

Von

Dr. **M. Wilckens** in Jena.

(Hierzu Taf. VII. A.)

Wenn Lichtstrahlen durch hinreichend dünne Schnittchen von der Substantia propria einer Hornhaut des Wirbelthierauges, die in einem wässrigen Medium sich befinden, hindurchtreten, so werden sie zwiefach verschieden gebrochen. Die beiden Bestandtheile der Hornhaut mit ungleichem Brechungsvermögen verhalten sich verschieden zu einander, je nach der Entwickelungsstufe. Die Hornhaut des geborenen Wirbelthieres besteht aus der Grundsubstanz, die schwächer das Licht bricht, und den Körperchen, welche, in jener befindlich, einen grösseren Brechungsexponenten haben als jene. Durch Zusatz von verdünnten Mineralsäuren, Essigsäure und anderen chemischen Agentien wird bewirkt, dass die Differenz zwischen dem Brechungsvermögen der Hornhaut-Grundsubstanz und dem des umgebenden wässrigen Mediums abnimmt. Dadurch nimmt die Differenz zwischen dem Brechungsvermögen des Hornhautkörperchens und dem der Grundsubstanz zu. Der Brechungsexponent des Hornhautkörperchens aber bleibt derselbe, nur der Brechungsexponent der Grundsubstanz wird bei jener chemischen Behandlung kleiner und nähert sich dem des umgebenden wässrigen Mediums. Die zwiefach verschiedenen Brechungsexponenten entsprechen also in der ausgebildeten normalen Hornhaut zwei verschiedenen Formelementen, oder vielmehr Bestandtheilen; in den Bildungsanfängen der Hornhaut aber, bei Hühnerembryonen fast in der ersten Hälfte des Eilebens, entsprechen sie nur einem Formelement, nämlich

der Zelle*). Der stärker das Licht brechende Bestandtheil der Zelle ist der Kern, und der schwächer brechende die Umhüllung**) des Kerns, in der ersten Hälfte des Eilebens durch eine Membran gegen die umgebenden Medien abgegrenzt.

Was den Ursprung und die Entwickelung der Hornhautzelle betrifft, so habe ich darüber an Hühnerembryonen folgende Beobachtungen gemacht:

Zur Zeit, wenn die Linse, als ein Gebilde des Hornblattes, in die Augenblase getreten ist, am Ende des zweiten und am dritten Tage, bedeckt das Hornblatt den vorderen oder äusseren Augenabschnitt. Dasselbe besteht aus runden Zellen von 0,00417—0,00666 Mm. Durchmesser, welche Kerne enthalten von 0,00083—0,00250 Mm. Durchmesser (Fig. 1). Den hinteren Lagen dieser Zellen liegt der vordere Umfang der bereits abgeschnürten Linse an. Am vierten Tage sieht man mit blossem Auge bereits inmitten des vorderen Augenabschnittes eine helle Kreisfläche von etwa 1 Mm. Durchmesser. Legt man diese helle Kreisfläche mit ihrer vorderen oder äusseren Fläche auf einen Objectträger, so kann man von der hinteren Fläche derselben die Linse abheben. Bringt man dann jene helle Kreisfläche wohl zerzupft unter das Mikroskop, so gewahrt man, neben unzweifelhaften Zellen des Hornblattes, noch grössere Zellen von 0,00666—0,010 Mm. Durchmesser mit Kernen von 0,00250 bis 0,00333 Durchmesser (Fig. 2). Diese grösseren Zellen sieht man bei dem auf der vorderen Fläche liegenden Gewebe zu oberst, während man die kleineren Zellen auf der vorderen Fläche selbst sieht. Die vorderen (äusseren) kleineren Zellen sind, wie erwähnt, unzweifelhaft Zellen des Hornblattes, während

*) Der Begriff der Zelle ist seit Schwann ein sehr wechselnder und namentlich in letzter Zeit sehr unbestimmter geworden. Eine Kritik der verschiedenen Ansichten würde mich hier zu weit führen, doch muss ich, um Missverständnissen vorzubeugen, kurz angeben was ich unter „Zelle“ verstehe. Ich nenne „Zelle“ das materielle Substrat einer Ernährungseinheit, oder das einer einfachen physiologischen Function entsprechende anatomische Element. Der Begriff der Zelle bezieht sich demnach nicht allein auf die Einheit der Form, sondern auch auf die Einheit der Function. (Die Belege für diese Ansicht werde ich weiter unten geben.) Der wesentliche Bestandtheil der Zelle ist der Kern, der umgeben ist von dem sog. Inhalt der Zelle, der gegen die Umgebung durch eine Membran abgegrenzt sein kann. Ich werde aber in Folgendem zeigen, dass die Zellenmembran nicht ein wesentlicher Bestandtheil der Zelle ist, und dass es daher falsch ist, ausser vom Kern, von einem Inhalt der Zelle zu reden.

**) Ich werde mit diesem Worte das bezeichnen, was den Kern in einem Gewebe oder innerhalb einer durch eine Membran begrenzten Zelle umgiebt.

ich die hinteren (inneren) grösseren Zellen für die ersten Zellen der Hornhaut halte, die mir aus den Zellen des Hornblattes hervorgegangen oder durch Wachsthum derselben entstanden zu sein scheinen. Ich halte somit, abweichend von den Ansichten früherer Beobachter, die ganze Hornhaut für ein Gebilde des Hornblattes und nicht aus der Sclerotica entstanden. Die eigentlichen (kleineren) Zellen des Hornblattes bleiben als Epithelium der Hornhaut bestehen, während die grösseren Zellen die Substantia propria der Hornhaut bilden. Die Bildung der structurlosen Lamellen habe ich nicht beobachten können. Die Zellen der Substantia propria sind in dieser Zeit meistens rund, nähern sich aber der ovalen Form und zeigen dann schon hier und da kurze Ausläufer. Am fünften Tage sieht man die Hornhautzellen fast durchaus von ovaler spindelförmiger Gestalt mit langen Ausläufern, die je zwei Zellen mit einander verbinden (Fig. 3). Ob die Ausläufer hohl sind kann ich nicht bestimmt behaupten. Färbungen mit Carminlösung bewirkten vorzugsweise eine Röthung des Kerns, und erst wenn dieser mit Farbstoff gesättigt war, erschienen auch die Zellen und Ausläufer*) gefärbt, aber im Vergleich zum Kern äusserst schwach. Die eben beschriebene Ansicht erhält man nur an sorgfältig zerzupften Präparaten, während das Gewebe im Zusammenhange eine dicke Masse von Zellen mit Kernen zeigt, Ausläufer aber nicht, selbst nicht als Zwischenräume zwischen den Zellen, wahrzunehmen sind. Dieser Zustand dauert bis zum neunten Tage; alsdann erscheinen die isolirten Zellen wieder mehr rundlich, und spärlicher mit Ausläufern versehen (Fig. 4). Da ich indessen nur wenige Hornhäute gerade vom neunten Tage zu untersuchen Gelegenheit hatte, so kann ich jene Veränderung der Zellenform nur als vereinzelte Beobachtungen bezeichnen, die noch der Bestätigung bedürfen, um sie als constante Entwickelungsstufe ansehen zu können. Am zehnten Tage sieht man in der zusammenhängenden Hornhaut auf dem Flächenschnitt wohl noch die 0,00333 Mm. Durchmesser grossen Kerne, aber keine Zellenmembranen mehr, auch ist es mir nicht gelungen bei zerzupften Präparaten Zellen zu vereinzeln. Man sieht also nur Kerne und eine zwischen ihnen befindliche Grundsubstanz (Fig. 5). Der Abstand zweier Kerne von einander mag etwa 0,00250 Mm. betragen. Vom zehnten Tage beginnt demnach die Entstehung der Grundsubstanz. Da mit derselben keine durch Membranen abgegrenzte Zellen mehr wahrzunehmen sind, so liegt es nahe, dass die Grund-

*) Die Ausläufer messen im Querschnitt 0,0016 Mm.

substanz aus der Verschmelzung der Zellen (d. h. ihrer Membranen und des sog. Inhalts, mit Ausnahme des Kerns) entstanden ist. Die Kerne sind, wie früher, auf der Flächenansicht rund (Fig. 5 *b*), auf dem Querschnitt länglich (Fig. 5 *a*). Die Veränderung, die nun an der Hornhaut vor sich geht, besteht lediglich in einer Zunahme der Grundsubstanz, die Kerne aber bleiben an Gestalt und Grösse unverändert. Der Abstand zweier Kerne von einander mag am fünfzehnten Tage (Fig. 6) etwa 0,00333 Mm., am zwanzigsten Tage etwa 0,005 Mm. betragen*) (Fig. 7).

So weit meine Beobachtung.

Die auffallendste und zugleich die fraglichste Erscheinung bei meinen Untersuchungen war mir die Entstehung und Entwickelung der Grundsubstanz. Ich hielt mir dabei vor Allem die Entwickelungs-Möglichkeiten der Grundsubstanz vor, und diese wären nach meiner Ansicht folgende:

1) Die Grundsubstanz könnte entstehen aus einem zwischen den Zellen befindlichen Blastem.

2) Die Grundsubstanz könnte entstehen durch Verdickung der Zellenmembranen oder Auflagerung auf dieselbe.

3) Die Grundsubstanz könnte entstehen durch Verschmelzung der Zellen (und ihrer Membranen).

Von diesen drei Möglichkeiten wäre die zweiterwähnte leicht zu beobachten gewesen; mir ist dieser Fall aber bei der Untersuchung vieler Hunderte von embryonalen Hornhäuten niemals vorgekommen. Die ersterwähnte Möglichkeit wäre schwer zu beobachten, wenn das Blastem als Absonderung der Zellen oder als fremder Stoff zwischen die Zellen gelagert der Grundsubstanz ihre Entstehung gäbe; da aber die Grundsubstanz entsteht, während die Zellen vergehen, d. h. während ihre Membranen für die Beobachtung verschwinden (die Zellen also ihre begrenzte Form aufgeben), und nur ein Bestandtheil der Zelle, der Kern, bestehen bleibt, so findet kein hypothetischer Stoff mehr einen Raum, denn er kann nicht zwischen etwas entstehen, das während seiner Entstehung gleichartig vergeht. Die erstangeführte Möglichkeit ist also widersinnig, da die Beobachtung erweist, dass die Grundsubstanz der Hornhaut entsteht, sowie die Zellen derselben ihre begrenzte Form verlieren. Die Verschmelzung der Zellen der Grundsubstanz ist somit

*) Beiläufig will ich bemerken, dass ich bei einem Querschnitt einer fünfzehntägigen Hornhaut (Fig. 6) zuerst die hintere structurlose Lamelle gesehen habe, die alsdann schon 0,01333 Mm. breit ist.

die einzige Möglichkeit, die durch die Beobachtung bestätigt wird. Der Vorgang der Verschmelzung selbst kann natürlich nicht direct beobachtet werden. Mit dem Verschwinden oder dem Verschmelzen der Zellenmembranen hört aber noch keineswegs die Existenz der Zellen auf, sondern man sieht, besonders bei stärkeren Vergrösserungen, deutlich den Kern umgeben von einer lichten Hülle, die ich in Fig. 7 bei einer Vergrösserung von 1100 eines Hasert'schen Mikroskopes gezeichnet habe, und die hier und da sternförmige Ausläufer zeigt. Diese lichte, nicht mehr durch eine Membran begrenzte Hülle, offenbar der sog. Zelleninhalt, scheint mir das Bildungsmaterial für die Grundsubstanz zu sein. In der die Abbildung des Flächenschnittes einer zwanzigtägigen Hornhaut darstellenden Fig. 7*) sieht man die Grundsubstanz auf Kosten jener lichten Hülle mehr oder weniger dicht an den Kern herangetreten. Sowie die Zelle ihre begrenzte Form verliert, habe ich keine Theilung oder Neubildung des Kerns mehr wahrgenommen, dagegen sah ich fast in jedem Präparat Theilungen des Kerns, so lange derselbe sich noch innerhalb einer begrenzten Zelle befand. Daraus scheint mir hervorzugehen, dass die Zelle so lange eine begrenzte Form behält, als eine Vermehrung der Kerne zum Aufbau des Gewebes nothwendig ist; dass aber, sobald die Neubildung von Kernen aufgehört hat, die Zelle ihre begrenzte Form verliert, um einer anderen Function zu dienen, nämlich der Bildung der Grundsubstanz. Die begrenzte Zelle ist das Organ der Fortpflanzung, die unbegrenzte Zelle wird das Organ des Wachsthums.

Diesen Beobachtungen entsprechend habe ich in Hornhäuten erwachsener Wirbelthiere keine begrenzten Zellen und auch keine Neubildung von Kernen mehr wahrgenommen. Ich halte demnach die Körperchen der Hornhaut erwachsener Thiere nicht für Zellen, sondern für Kerne. Die eigentliche Hornhautzelle hat sich ganz zur Grundsubstanz umgewandelt, so dass man in der Hornhaut erwachsener Thiere nur das „Zelle" nennen könnte, was zum Ernährungsbezirk eines Kernes gehörte. Dass der Kern oder das Körperchen der Hornhaut wirklich der Mittelpunkt eines gewissen Ernährungsbezirkes ist, scheint mir aus den endosmotischen Eigenschaften desselben hervorzugehen. Bei vorsichtiger Färbung nämlich der ausgewachsenen Hornhaut mit Carminlösung, habe ich nur die Körperchen

*) Die von der zwanzigtägigen Hornhaut gewonnenen Präparate haben mehrere Wochen in verdünnter Salzsäure (1 : 5000) gelegen.

gefärbt gesehen, alles übrige blieb farblos, und erst dann wenn das Körperchen mit Farbstoff gesättigt war, färbte sich auch die Grundsubstanz. In ungefärbter Grundsubstanz mit gefärbten Körperchen habe ich niemals ein gefärbtes Canälchen zwischen denselben und dieselben verbindend gesehen. Die Körperchen der ausgewachsenen Hornhaut haben allerdings eine unregelmässige, oft sehr gestreckte Gestalt, aber sie haben niemals Ausläufer. Was noch mehr dafür spricht, dass die Körperchen Kerne sind, ist dass sie dieselbe Grösse mit den embryonalen Kernen der zweiten Hälfte des Eilebens haben, und man letztere niemals vergehen sieht. Was man bei Querschnitten der ausgewachsenen Hornhaut für Zellenläufer ansieht, sind die Grenzlinien zweier bei einander liegenden Hornhautlamellen; die Körperchen liegen zwischen den Lamellen, wahrscheinlich zu ihrer Bildung Anlass gebend*). Damit stimmt überein, dass sich an Querschnitten getrockneter Hornhäute während des Aufweichens im Wasser unter dem Mikroskop beobachten lässt, wie lange und verhältnissmässig breite Spalten mit der Aufsaugung des Wassers zu jenen feinen fälschlich sogenannten Canälchen oder Zellenausläufern werden.

Ich komme jetzt zu dem schwierigsten Punkte meiner Untersuchungen, nämlich zu den Erscheinungen die man beim Kochen ausgewachsener Hornhäute wahrnimmt. Ich muss zuvor bemerken, dass ich mir nicht getraue anzugeben, welche physikalischen Veränderungen beim Kochen an der Hornhaut vor sich gehen; dass ich es für unmöglich halte eine Zeit des Kochens zu bestimmen, von der man genau sagen könnte, dann verändert sich der eine, und dann der andere Bestandtheil der Hornhaut, oder anzugeben, ob dieselbe überhaupt gleichen oder ungleichen Widerstand dem Kochen entgegensetzt. Das einzige was ich beim Kochen der Hornhaut beobachtet habe, ist, dass die Körperchen schrumpfen und die Lamellen sehr aufquellen, wobei die Begrenzungslinien der letzteren viel deutlicher werden. Letzteres nimmt man wahr an Querschnitten gekochter Hornhäute und solche Schnitte habe ich ebenfalls mit Carmin gefärbt und gesehen, dass sich bei nicht zu langer Färbung nur die geschrumpften Körperchen färben, die theils zwischen den gequollenen Lamellen, theils aber ungeordnet auf denselben lagen und nur herausgedrückt zu sein schienen. Bei Flächenschnitten gekochter Präparate hat man gar keine

---

*) Die erste Entstehung der Hornhautlamellen habe ich nicht sicher beobachten können, doch ist es mir öfter vorgekommen, als ob sich schon an fünfzehntägigen Hühnerembryonen Lamellen wahrnehmen liessen.

Controle über den Zustand der Lamellen, also auch nicht über den Grad der Einwirkung des Kochens. Man sieht in solchen Präparaten sehr verschiedene Bilder, wahrscheinlich verschieden nach der Zeit des Kochens; bald sind es Körperchen von sehr verschiedener Gestalt und Grösse, ohne Inhalt, die durch Carminlösung nicht stärker gefärbt werden als die umgebenden Medien; bald sind es jene normalen Hornhautkörperchen, die durch Carminlösung intensiver gefärbt werden. Was jene grösseren unregelmässigen Körperchen bedeuten, weiss ich nicht bestimmt anzugeben; sie für iolirte Zellen zu halten, und eben nach gekochten Präparaten den Bestand der Hornhautzellen behaupten zu wollen, scheint mir zu gewagt, denn jeder wird den grossen Unterschied wahrnehmen können zwischen den beim Kochen isolirten Körperchen und den embryonalen Hornhautzellen. Nach meiner Ansicht sind jene beim Kochen als Körperchen erscheinenden Gebilde, die ein normales Hornhautkörperchen (das wahrscheinlich bei anhaltendem Kochen eher aufgelöst wird) einschliessenden Grenzlinien der Lamellen, die beim Kochen, wie der Anblick auf Querschnitten beweist, demselben einen grösseren Widerstand entgegensetzen, als die eigentliche Masse der Lamellen. Jene Erscheinungen mögen übrigens wie immer erklärt werden, jedenfalls wird man allein daraus nicht den Schluss ziehen können, dass die ausgewachsene Hornhaut begrenzte Zellen*) enthält, denn die nicht zu controlirenden Vorgänge beim Kochen werden die Beobachtungen des Entwickelungsganges der Hornhaut nicht zurückweisen können.

Das Resultat meiner Beobachtungen ist kurz folgendes:

1) Die Hornhaut ist ein Gebilde des Hornblattes.

2) Die hinteren (inneren) Zellen des Hornblattes werden zu Zellen der Substantia propria, die vorderen (äusseren) Zellen desselben zu den Epithelzellen der Hornhaut.

3) Bis zum zehnten Tage besteht die Hornhaut (Substantia propria) aus kernhaltigen Zellen mit Ausläufern.

---

*) Die einzigen begrenzten Zellen der ausgewachsenen Hornhaut sind die Epithelzellen, die bei fünfzehntägigen Hühnerembryonen noch fast dieselbe Grösse haben wie die Zellen des Hornblattes, später aber etwas grösser werden.

4) Am zehnten Tage sind keine durch Membranen abgegrenzte Zellen und Ausläufer wahrzunehmen. An diesem Tage entsteht zuerst die Grundsubtanz.
5) Die Grundsubstanz entsteht aus der Verschmelzung der Hornhautzellen, so dass alsdann die Hornhaut aus Kernen (Körperchen) und Grundsubstanz besteht.

Ueber den Bau der Retina-Stäbchen beim Menschen.

Von

W. Krause.

(Hierzu Taf. VII. B.)

Nach den bisher allgemein acceptirten Angaben von Kölliker und H. Müller sind die Stäbchen in der Retina des Menschen homogene, cylindrische Gebilde, welche pallisadenartig zwischen der Choroidea und der äusseren Körnerschicht aufgestellt, an ihrem inneren Ende entweder unmittelbar mit einem Korn der äusseren Körnerschicht zusammenhängen, oder durch einen zugespitzten Fortsatz mit einem solchen in Verbindung treten.

In der That aber bestehen die Stäbchen aus zwei Theilen, der nach der Choroidea hin gelegene, welchen ich als das Aussenglied bezeichnen werde, hat 0,0125—0,0142''' Länge auf 0,0006—0,0008''' Breite. Dasselbe ist ganz homogen, niemals granulirt, stark lichtbrechend, vollkommen cylindrisch, am äusseren Ende quer abgeschnitten. An seinem inneren Ende hängt es mit dem sogleich zu beschreibenden Innengliede zusammen und erscheint von demselben durch eine quere Demarcationslinie getrennt. Die letztere zeigt sich öfters als doppelter Contour, so dass sowohl das Innenglied, als das Aussenglied von einer besonderen Linie begrenzt werden, es kann ein kleiner Zwischenraum entstehen und häufig erfolgt an dieser Stelle ein vollständiges, queres Abbrechen. Durch beginnende Zersetzung, Zusatz von Wasser etc. erleiden nur die Aussenglieder jene Veränderungen, welche als für die Stäbchen überhaupt characteristisch betrachtet werden. Dieselben können als allgemein bekannt hier übergegangen werden.

Das Innenglied ist 0,009—0,011''' lang, 0,0008—0,0010''' breit und ebenfalls von cylindrischer Form. Dasselbe ist blasser, als das Aussenglied, von viel schwächerem Glanze, weshalb seine Begrenzungen lange nicht so scharf markirt erscheinen, stets

sehr fein granulirt; mitunter zeigt sich eine in der Axe verlaufende, ungemein feine, meist granulirt aussehende, gewöhnlich etwas gebogene Ritter'sche Faser, die nahe vor der Begrenzung des Innengliedes nach aussen knopfförmig angeschwollen aufhört, oder undeutlich wird und in der feingranulirten Masse des Innengliedes sich verliert. Das innere Ende des Innengliedes durchbohrt die zarte Grenzmembran zwischen Stäbchen- und äusserer Körnerschicht (Membrana limitans externa von M. Schultze) und hängt unmittelbar mit einem dicht an der Innenfläche der letzteren anliegenden Korne der äusseren Körnerschicht zusammen, oder dasselbe geht zugespitzt in einen sehr feinen Faden über, welcher die Membrana limitans externa durchbohrt und sich mit einem Korn der äusseren Körnerschicht verbindet; dieser Faden ist häufig von beträchtlicherer Länge und tritt dann zu einem entfernter gelegenen, nicht unmittelbar der Membrana limitans externa ansitzenden Korne der äusseren Körnerschicht.

Sowohl an Falten und Umschlagsstellen der ganz frischen Retina, die ein bis zwei Stunden nach dem Tode unter Zusatz von Flüssigkeit des Corpus vitreum untersucht wurde, als an feinen, verticalen Durchschnitten der Retina eben solcher Augen, die theils geöffnet, theils unversehrt in die H. Müller'sche Lösung von doppelchromsaurem Kali*) gelegt, und in ihrer völlig cylindrischen Form ausgezeichnet schön conservirt worden waren, liessen sich die beschriebenen Verhältnisse nachweisen. Die Untersuchung an den letzteren Präparaten ergab nach 24 Stunden wie nach circa vier Wochen immer die gleichen Resultate.

Wenn auf senkrechten Durchschnitten gut erhärteter Netzhäute die Aussenglieder einer Anzahl von neben einander gelegenen Stäbchen an ihrer Verbindungsstelle abgebrochen waren, so blieben häufig dennoch die Innenglieder parallel gestellt und mit der Membrana limitans externa und den Körnern der äusseren Körnerschicht in der beschriebenen Verbindung. Dasselbe war der Fall nach Maceration der Retina in verdünnten Säuren: Chromsäure-Lösung von 0,2 % oder gewöhnlichem Essig. In beiden Flüssigkeiten erleiden die Aussenglieder die bekannten Veränderungen und trennen sich von den Innengliedern, die letzteren zeigen sich nach eintägiger Maceration in Essig sehr blass geworden, aber noch in ihrer Verbindung mit der Membrana limitans externa. In Chromsäure-Lösung werden sie durch längere Maceration gelblich, durchsichtiger und fester; sie bleiben allein übrig und in

*) M. Schulze, de retinae structura penitiori. Bonnae. 1859. p. 11.

ihrer Lage, wenn die Aussenglieder abgetrennt und zerstört sind. Durch die beginnende Zersetzung in nicht mehr ganz frischen Augen werden sie etwas breiter (resp. dicker) indem sie aufquellen; später erscheinen sie bauchig oder birnförmig und sind im letzteren Falle nicht zu verwechseln mit abgetrennten Aussengliedern, aus deren innerem Ende ein Tropfen der eiweissartigen, zähen Substanz des Aussengliedes ausgetreten ist. Dieselben Veränderungen zeigen sich auch in Augen, die zu spät nach dem Tode in die Conservationsflüssigkeit gelegt worden sind. Die erwähnten, feinen Fasern in der Axe des Innengliedes waren nur an mittelst chromsaurem Kali erhärteten Stäbchen in manchen Fällen wahrzunehmen, niemals aber eine Spur davon in den Aussengliedern. Diese Fasern stehen durchaus an der Grenze der Leistungsfähigkeit der jetzt gewöhnlich gebrauchten Mikroskope; durch stärkere Vergrösserung wurden sie deutlicher; indessen konnten sie in den meisten Innengliedern auch durch das grosse Oberhäuser'sche Mikroskop des Göttinger physiologischen Instituts nicht zur Anschauung gebracht werden.

Was die Dimensionen anlangt, so erschien eine exacte, mikroskopische Bestimmung der relativen Grösse von Innen- und Aussengliedern von Wichtigkeit. Die mitgetheilten Zahlenangaben beziehen sich auf Stäbchen, die in doppelt-chromsaurem Kali etwas geschrumpft waren; am ganz frischen Auge wurden alle Dimensionen um ein Geringes grösser gefunden. Wenn man dieses berücksichtigt, so stimmen die obigen Werthe mit den von Kölliker und H. Müller für die Länge der ganzen Stäbchen ermittelten hinlänglich genau überein. Es ist zu bemerken, dass ich Glasmikrometer benutzt habe, die von Listing geprüft worden waren. Sowohl an ganz frischen, als an vollkommen gut conservirten, erhärteten Präparaten fand ich die Länge der Innenglieder in einem constanten Verhältniss zu der der Aussenglieder; sie verhielten sich etwa wie 3:4. Die Verschiedenheiten in der Breite (resp. Dicke) sind bei der Beobachtung um Vieles deutlicher, als sie in den mitgetheilten Zahlenwerthen erscheinen, weil die kleinen Differenzen von 0,0001 — 0,0002''' an der Grenze zwischen Innen- und Aussengliedern sehr ins Auge fallen: die Innenglieder sind constant um etwas breiter.

In vergleichend anatomischer Beziehung habe ich zu erwähnen, dass die differente, optische Beschaffenheit, die grössere Breite des Innengliedes und alle übrigen Verhältnisse sich in der Netzhaut vom Schafe und Rinde ebenfalls constatiren lassen, obgleich die Beobachtungen hier wegen der geringeren, absoluten

Dimensionen der Stäbchen mit grösseren Schwierigkeiten verbunden sind. Die Länge des Aussengliedes schien im Verhältniss zum Innengliede eine beträchtlichere zu sein, als beim Menschen. Bei dem Huhn und der Taube dagegen ist das Innenglied fast von derselben Länge, wie das Aussenglied, zuweilen schmaler, meist aber etwas breiter, als das letztere und stärker granulirt, sowie auch eine feine, besonders durch Maceration der Augen in Essig sichtbar zu machende Axenfaser, die dem Aussengliede gänzlich fehlt, in dem Innengliede um Vieles deutlicher erscheint, als beim Menschen. Die Verbindung zwischen Innen- und Aussenglied geschieht auf dieselbe Art, wie bei den Stäbchen des Menschen und den Zapfen der Vögel. Am deutlichsten zeigt sich die Trennung in ein breiteres, homogenes Aussenglied und in ein schmaleres, granulirtes, schwächer lichtbrechendes Innenglied an den colossalen Stäbchen des Frosches. Ich habe bereits*) die desfallsigen Angaben von H. Müller, M. Schultze u. A. bestätigt und muss auch mit Berücksichtigung des neuesten Aufsatzes von Manz**), der die Innenglieder nirgends erwähnt, an dieser Unterscheidung festhalten.

Auf das beschriebene, differente Verhalten des Innengliedes und Aussengliedes an den Stäbchen besonders des Menschen und der Taube hat schon H. Müller***) aufmerksam gemacht und eine innere von der äusseren Abtheilung unterschieden. Indessen glaubte H. Müller nicht, „dass beim Menschen in vollkommen frischen Zustande sichtbare Charaktere der fraglichen Verschiedenheit existiren.“ Es fand sich nämlich die quere Linie zwischen den Abtheilungen deutlicher, wenn die Stäbchen weniger gut erhalten waren und zugleich machten die inneren Abtheilungen etwas andere Metamorphosen durch, als die äusseren. Wenn es sonst misslich erscheinen würde, einem so umsichtigen Beobachter wie H. Müller mit der Angabe entgegenzutreten, dass diejenigen Differenzen ursprünglich vorhanden sind, die H. Müller als den Beginn der Veränderungen nach dem Tode bei diesen äusserst zerstörbaren Gebilden ansehen zu müssen geglaubt hat, so habe ich um so mehr dem Zufall zu danken, der mir mehrere völlig frische Augen in die Hände führte. Unter solchen Umständen finde ich eine höchst werthvolle Uebereinstimmung mit meinen

---

*) Anatomische Untersuchungen. Hannover. 1861. p. 56—62.

**) Ueber den Bau der Retina des Frosches. Zeitschr. f. rat. Med. Bd. X. 1860. p. 301.

***) Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. VIII. p. 46.

Beobachtungen in diesen bereits früher mitgetheilten von H. Müller. Denn in der That stellen sich die nach dem Tode durch Fäulniss oder nicht zweckmässige Conservations flüssigkeiten hervorgebrachten Veränderungen an den Innengliedern genau so dar, wie sie H. Müller beschreibt; nur die Aussenglieder gehen jene ganz eigenthümlichen Metamorphosen ein, die schon vor langer Zeit und insbesondere durch Henle bekannt geworden sind. Es liegen hier somit ausser den optischen und den Differenzen in der Grösse auch chemische Differenzen zu Tage. Es würde aber völlig unerklärlich sein, weshalb diese Veränderungen in der Breite gleichzeitig mit dem feingranulirten Aussehen und dem differenten, chemischen Verhalten immer genau an demselben Punkte in der Länge der Stäbchen in verschiedenen Augen und unter den verschiedensten Einflüssen an allen neben einander liegenden Stäbchen gleichmässig auftreten sollten, wenn hier nicht eine präexistente, chemische und physikalische Verschiedenheit vorhanden wäre. Uebrigens scheint mir auch, dass die quere Demarcationslinie zwischen Innen- und Aussenglied durch die nach dem Tode eintretenden Veränderungen anfangs deutlicher wird, wie sie ja schliesslich so oft zu einem Abbrechen der Stäbchen gerade an dieser Stelle Veranlassung giebt. So lange die beiden Glieder an dieser Stelle fest an einander gepresst liegen, kann man die Grenze nur durch die Verschiedenheiten im Lichtbrechungsvermögen derselben wahrnehmen (vergl. auch M. Schultze a. a. O. Fig. 4). Wenn sie anfangen sich zu trennen z. B. durch von aussen eindringendes Wasser, so muss dagegen die Demarcationslinie deutlicher als quere, zuweilen doppelte Contour erscheinen. So dürfte es sich vollständig erklären, warum H. Müller an ganz frischen Stäbchen gerade die Demarcationslinie am wenigsten deutlich gefunden hat, während ich doch die anderen Differenzen, das feingranulirte Ansehen und den geringeren Glanz des Innengliedes auch in solchen Fällen beobachtete, wo diese Linie am schwierigsten zu erkennen war. Beiläufig bemerke ich, dass die besprochene, beinahe in der Mitte der Breite der Stäbchenschicht gelegene Demarcationslinie nicht zu verwechseln ist mit derjenigen, durch welche Kölliker*) u. A. das innere Ende der ganzen Stäbchen sich oft von dem Anfange der Radialfasern, welche die Stäbchen mit entfernter liegenden Körnern in der äusseren Körnerschicht in Verbindung setzen, abgrenzen sahen. Eine solche in der Höhe der Membrana limitans externa gelegene

*) Gewebelehre, 3. Aufl. 1859. Fig. 335. 2. b.

Trennung des inneren Endes des Innengliedes von einer zugehörigen längeren Radialfaser, die mit einem äusseren Korne zusammenhing, habe ich ebenfalls in erhärteten Präparaten, nicht aber an frisch und mit Humor vitreus untersuchten, öfters gesehen. In den letzteren verlängerte sich das zugespitzte Ende des Innengliedes allmälig in die Radialfaser, womit auch Frey's*) Beschreibung übereinstimmt.

Es sind noch in vergleichend anatomischer Beziehung die Analogien hervorzuheben, welche sich zwischen Stäbchen und Zapfen der verschiedenen Thierclassen herausstellen. Das chemische Verhalten der Aussenglieder ist nämlich vollständig gleich mit dem der Zapfenstäbchen, denen sie auch in der Grösse nahe stehen, das der Innenglieder dagegen mit dem der Substanz der Zapfenkörper des Menschen. Die Stäbchen sind also als Zapfen mit sehr schmalen Körpern zu betrachten. Bei den Vögeln, wo die Unterschiede des Zapfenkörpers von dem Zapfenstäbchen nicht unbeträchtliche sind, zeigen sich gleichwohl die Stäbchen im Ganzen den Zapfen, abgesehen von den Oelkügelchen der letzteren, sehr ähnlich und es ist von H. Müller die Frage aufgeworfen, ob nicht Uebergangsformen zwischen beiden vorkommen möchten. Wenn hiernach schon bei Säugern und Vögeln die Analogie der chemisch und morphologisch verschiedenen Aussen- und Innenglieder der Stäbchen mit den Bestandtheilen der Zapfen deutlich ist, so tritt dieses noch mehr durch Rücksichtnahme auf niedere Thiere hervor, bei denen auch die Stäbchen sehr scharf markirte Unterschiede von Aussen- und Innengliedern aufweisen, was vom Frosch gerade durch H. Müller bekannt geworden ist. Bei Berücksichtigung des letzterwähnten Thieres ist es interessant, wie durch besonders ausgesprochenes Vorwiegen des Aussengliedes der Stäbchen, während die Aussenglieder der Zapfen absolut und im Verhältniss zum Zapfenkörper sehr klein sind, die von denen der Säuger so abweichenden Formen entstehen. Wenn beim Frosch die Stäbchen und Zapfen sehr von einander differiren, so sind sie im Gegentheil einander um so ähnlicher bei den Vögeln, wie bereits erwähnt wurde. Somit ergiebt sich, dass die mannigfaltigen Formen der Stäbchen und Zapfen in der Thierreihe bedingt werden durch die verschiedene absolute und relative Entwickelung der beiden überall wiederkehrenden Bestandtheile, aus denen diese merkwürdigen Apparate zusammengesetzt sind.

---

*) Histologie und Histochemie 1860. Fig. 379. 1. b.

Schliesslich habe ich die angenehme Pflicht zu erfüllen, Hrn. Prof. Listing für seine freundliche Unterstützung meinen besten Dank zu sagen.

Die vorstehende, in den Nachrichten von der G. A. Universität etc. abgedruckte Mittheilung war am 5. Januar 1861 von Hrn. Hofrath Henle der k. Ges. der Wissensch. zu Göttingen vorgelegt worden, als ich bald darauf durch die Freundlichkeit des Hrn. Prof. Brücke einen hier zu besprechenden Aufsatz von Dr. G. Braun*) aus dem Wiener physiologischen Institut zugesendet erhielt.

Braun theilt darin zuerst seine Untersuchungen an Netzhäuten des Frosches, die in Chromsäure-Lösungen gehärtet worden waren, mit und kommt zu der Vermuthung, dass der optische Ausdruck eines Risses, von welchem sich in selteneren Fällen die geronnene Substanz des Stäbchens mehr oder weniger gleichmässig zurückzieht, von Ritter**) für eine feine in das Stäbchen eindringende Nervenfaser gehalten sein möge.

Ferner sah Braun in schwach gehärteten Präparaten immer einen feinen Streifen nicht weit von dem inneren Ende des Stäbchens quer durch dasselbe hindurchgehend und bei sehr feinen Querschnitten bildeten diese Streifen eine gerade Linie parallel laufend mit der Oberfläche der Netzhaut; auch unterschied sich der untere Theil von dem oberen durch stärkere Lichtreflexion.

Wenn in Chromsäure gehärtete Netzhäute später in schwach alkalische Carminlösung gelegt wurden, so erschien der untere Theil hochroth infiltrirt, während der obere Theil gar nicht infiltrirt war. Es zeigten sich also glashelle Cylinder auf einem rosenrothen bis hochrothen Ansatze von derselben Breite, der sich fadenförmig in die innere Körnerschicht fortsetzte.

Dieselbe verschiedenartige Carmin-Infiltration fand sich auch bei den Fischen (Hecht), Vögeln (Huhn) und Säugethieren (Kaninchen).

Die Zapfen verhielten sich ebenso wie die Stäbchen; während sich der Zapfen schön hochroth färbte, blieb der kleine auf ihm sitzende Kegel (Henle's Stiftchen) vollkommen glashell.

Aus diesen Beobachtungen schloss Braun, dass sowohl Stäbchen als Zapfen aus zwei wesentlich verschiedenen und

---

*) Eine Notiz zur Anatomie und Bedeutung der Stäbchenschicht der Netzhaut. Sitzungsber. der kais. Acad. der Wissensch. Bd. XLII. p. 15.

**) v. Graefe's Arch. f. Ophthalmologie. Bd. V. 2. p. 101.

durch eine scharfe Grenze von einander getrennten Substanzen bestehen, und fand die Vermuthung nahe liegend, dass diesen beiden Substanzen auch in Rücksicht auf ihre Function eine verschiedene Bedeutung beizumessen sei.

Was die sog. Ritter'schen Fasern betrifft, so bemerke ich, dass die von mir in den Innengliedern der Zapfen des Huhns und der Stäbchen des Menschen gesehenen ganz sicher solide, fadenförmige Gebilde und nicht auf Spalten oder anderweitige optische Täuschungen zurückzuführen sind. Die Art des Zusammenhanges mit den zugehörigen Körnern lässt das unzweifelhaft erkennen. Wegen der Ritter'schen Fasern in den Stäbchen des Frosches verweise ich auf die oben citirte Abhandlung von Manz. Ob dieselben aber präexistente, einem Axencylinder ähnliche Fasern, mit denen sie auch Manz vergleicht, oder durch die Reagentien entstandene, fadenförmige Gerinnsel sind, scheint mir noch zweifelhaft. Für das letztere spricht der Umstand, dass es bisher am frischen Auge nicht gelang, sie auf irgend eine Art zur Anschauung zu bringen, was um so schwerer ins Gewicht fällt, wenn man selbst den Axencylinder der doppelt contourirten Nervenfibrillen als eine Gerinnungs-Erscheinung betrachtet.

Die von Braun beschriebene Carmin-Infiltration habe ich auch an den Innengliedern der Stäbchen und Zapfen beim Menschen beobachtet, während sich die Aussenglieder gar nicht färbten. Es standen mir zu diesem Zwecke nur solche Augen zu Gebote, die schon lange in doppelt chromsaurem Kali gelegen hatten. Ebenso zeigt sich die Trennungsstelle der Innenglieder von den Aussengliedern an senkrechten Durchschnitten gefärbter Präparate deutlich als feine, der Membrana limitans externa parallel laufende Linie. Es ist zu bemerken, dass auf diesen Durchschnitten die Breite der gefärbten Zone im Verhältniss zu der der ungefärbten etwas geringer erschien, als das Verhältniss, welches oben für die Länge der Innen- und Aussenglieder angegeben wurde, namentlich wenn der Schnitt ein wenig schräg gefallen war.

Was die Frage anlangt, welche Theile der Retina als die lichtempfindenden betrachtet werden müssen, so ist in physiologischer Beziehung nicht nur zu unterscheiden zwischen Stäbchen und Zapfen, sondern auch zwischen den Innen- und Aussengliedern, welche letzteren bei beiden verschiedenen Gebilden als identisch angesehen werden können. Die zahlreichen anatomischen und experimentellen Thatsachen, durch welche H. Müller und Kölliker jene wichtige Function der Stäbchenschicht im Ganzen zugewiesen haben, sagen nichts darüber aus,

ob das ganze Stäbchen resp. der ganze Zapfen oder nur ein Theil desselben als lichtempfindend zu betrachten sei. Mag man nun die Aussenglieder als katoptrische Apparate und in den Innengliedern eine feine darin endigende Nervenfaser, oder das gesammte Innenglied als das Ende einer solchen anzunehmen geneigt sein, so wird man von einer derartigen Theorie wie von irgend einer anderen, wenn sie umfassend sein soll, erwarten dürfen, dass sie Rücksicht nehme auf die intensiv und durch fast alle Nuancen des Spectrums gefärbten, undurchsichtigen Oeltröpfchen, welche in den Zapfen der Vögel so auffällig die Grenze zwischen Aussen- und Innengliedern bezeichnen. Es scheint, die letzteren Verhältnisse lassen sich mit keiner der jetzt gangbaren Annahmen gut vereinigen, und deuten darauf hin, dass in der Retina noch andere Mechanismen vorhanden sind, als die bisher bekannt gewordenen.

Gelegentlich erwähne ich noch der Ganglienschicht in der menschlichen Retina. Die Verbindung der multipolaren Zellen mittelst ihrer Fortsätze unter einander war an einem Chromsäure-Präparat am schönsten zu erkennen.

Erklärung der Figuren.

Die Figuren sind bei 450facher Vergrösserung nach Netzhaut-Präparaten aus dem Hintergrunde von menschlichen Augen entworfen, welche ganz frisch in die H. Müller'sche Lösung von doppelt chromsaurem Kali gelegt und darin 8—14 Tage lang erhärtet worden waren.

In **Fig. 1—5** bedeutet: *a* Das nach der Choroidea hin gelegene Ende des Aussengliedes eines Stäbchens. *b* Grenzlinie zwischen Aussenglied und Innenglied. *c* Das fein granulirte Innenglied, welches etwas breiter als das Aussenglied erscheint. *d* Durchschnitt durch die Membrana limitans externa. *e* Körner der äusseren Körnerschicht. *f* Anfang der Radialfaser.

Fig. 1. Drei Stäbchen in ihrer Lage auf einem senkrechten Durchschnitt durch die Retina. Die Grenze *b* zwischen Aussen- und Innengliedern erscheint als einfache quere Linie. *f* bezeichnet einen kegelförmigen Ansatz einer Radialfaser an die Membrana limitans externa, wie derselbe an Bruchstücken von Präparaten mitunter gefunden wird.

Fig. 2. Drei Innenglieder von Stäbchen in ihrer Lage. Die Aussenglieder sind an ihrem inneren Ende *b* abgebrochen. In einem Innengliede *c* findet sich eine unregelmässig granulirte, feine Axenfaser.

Fig. 3. Isolirtes Stäbchen; das Innenglied ist etwas verbogen und durch einen sehr kleinen Zwischenraum bei *b* von dem Aussengliede getrennt; die feine Axenfaser in demselben hängt mit einem Korne *c* der äusseren Körnerschicht zusammen, welches sich unmittelbar an das innere Ende des Innengliedes anlegt. Der Punkt *d* entspricht der Ebene der Membrana limitans externa.

Fig. 4. Das innere Ende des Innengliedes geht bei *d* in einen feinen Fortsatz *g* über, welcher sich mit einem entfernter liegenden Korne der äusseren Körnerschicht verbindet. Die Linie *d* entspricht der Linie *b* in Kölliker's Mikrosk. Anatomie II. 2. Fig. 392. 2.

Fig. 5. Stäbchen mit unregelmässig gekrümmtem Aussengliede und abgebrochenem Innengliede. Aus dem Centrum des noch mit dem Aussengliede zusammenhängenden Stückes des letzteren schien eine feine Faser hervorzuragen *h*.

Fig. 6. Isolirter Zapfen *a* Aeusseres Ende des Aussengliedes (Zapfenstäbchen). *b* Grenzlinie zwischen Aussen- und Innengliede. *c* Stellenweise sehr fein granulirtes Innenglied. *d* Zufällig anhaftende Stücke der Membrana limitans externa. *e* Zapfenkorn. *f* Kegelförmiger Ansatz der zu dem Zapfen gehörenden Radialfaser.

Beschreibung eines Ophthalmometers nach Helmholtz.

Von

Inspector **Meyerstein** in Göttingen.

(Hierzu Taf. VIII.)

Die Untersuchungen vom Prof. Helmholtz über Accomodation des Auges haben bekanntlich das von ihm erfundene Ophthalmometer hervorgerufen. Dieses Instrument gehört wohl zu den wenigen, welche durch die Einfachheit des Princips, durch die Leichtigkeit, mit welcher dieselben angewendet werden können, und durch den hohen Grad der Genauigkeit, welcher damit zu erreichen ist, eine besondere Beachtung verdienen.

Im Jahre 1857 forderte Prof. Helmholtz mich auf, für ihn ein Ophthalmometer auszuführen, zu welchem Zwecke ich dessen Abhandlung „über die Accomodation des Auges" in v. Gräfe's Archiv Bd. I. Abtheilung 2 benutzte. Ich habe seit jener Zeit viele solcher Instrumente angefertigt, die jedoch von der ursprünglichen Construction, wenn auch nicht in dem Haupttheile, doch in manchen Beziehungen, welche zum bequemen und sicheren Gebranche dienen, abweichen. Ich komme daher der an mich ergangenen Aufforderung nach, in dieser Zeitschr. eine vollständige Beschreibung des Instrumentes zu geben, wie es zuletzt aus meiner Werkstätte hervorgegangen ist.

Zur Erklärung des Princips, auf welchem das Ophthalmometer beruht, gebe ich Helmholtz' eigene Worte: „Es sei Fig. 1 Taf. VIII A ein Fernrohr, vor dessen Objectivglase und schräg gegen seine Axe die beiden planparallelen Glasplatten $a_1\ b_1$ und $a_2\ b_2$ so stehen, dass die dem Beschauer zugewendete Hälfte des Objectivglases ihr Licht durch die Platte $a_2\ b_2$, die abgewendete durch die Platte $a_1\ b_1$ empfängt. Das Fernrohr sei auf das Object $c\,d$ eingestellt, dann erscheint ihm durch die Platte $a_1\ b_1$ das Bild nicht in $c\,d$, sondern in $c_1\ d_1$ und

durch die Platte $a_2\,b_2$ in $c_2\,d_2$. Beide Bilder erscheinen gleichzeitig in dem Gesichtsfelde des Fernrohrs neben einander.

Wenn man nun die Glasplatten so weit dreht, dass das Ende d_1 des ersten mit dem Ende c_2 des zweiten Bildes zusammenfällt, und man die Winkel kennt, um welche die Glasplatten gedreht sind, so lässt sich daraus die Länge $c\,d$ berechnen, ohne dass man dazu die Entfernung von A und $c\,d$ zu kennen braucht. Die Einstellung der betreffenden Ränder kann sehr scharf geschehen, selbst wenn sich das Gesichtsobject ein wenig bewegt, da die beiden Bilder $c_1\,d_1$ und $c_2\,d_2$ sich immer genau in derselben Weise mit bewegen, und ihre Berührung dabei nicht gestört wird. Hat man weit abstehende Gegenstände zu beobachten, so braucht man die Winkel zwischen den beiden Glasplatten und der Gesichtslinie nicht gleich zu machen, man kann sogar eine von den Platten ganz weg lassen. Wenn man aber verhältnissmässig nahe Gegenstände beobachten will, wie es meist der Fall sein wird, müssen beide Platten gleich dick sein, uud nach entgegengesetzten Seiten hin denselben Winkel mit der Gesichtslinie bilden. Die Platten verschieben nämlich das Bild des gesehenen Gegenstandes nicht nur nach der Seite, sondern nähern es auch etwas. Wenn nun die Annäherung für die beiden Bilder desselben Gegenstandes verschieden gross ist, kann man das Fernrohr nicht gleichzeitig auf beide einstellen, und deshalb die Lage der Bilder nicht genau vergleichen.“

Beschreibung des Instrumentes.

Zwei vollkommen ebene Planparallelgläser sind in einem starken Messingrahmen der Art befestigt, dass dieselben vollkommen in einer Ebene liegen. Dieser Rahmen ist, wie aus dem Folgenden hervorgeht, in der Mitte durchschnitten. An den beiden gegenüberliegenden Seiten Fig. 2 Taf. VIII sind zwei Stahlzapfen $A\ A'$ befestigt, welche genau in einer Axe liegen, senkrecht gegen den Schnitt der Parallelgläser, und parallel mit den Flächen derselben sein müssen. Mit diesem Zapfen $A\ A'$, folglich auch mit dem Metallrahmen, ist an einer jeden Seite desselben ein gezahntes Rad R' verbunden.

Fig. 3 Taf. VIII. Ein Kasten von Messing dient zur Aufnahme dieser Vorrichtung. Es passsen nämlich die konischen Theile $a\ a'$ des Zapfen $A\ A'$ in zwei konische Löcher der gegenüberliegenden Platten $P\ P'$ des Kastens so vollkommen als möglich; diese Löcher selbst liegen ebenfalls in einer Axe, so, dass die eben gemachte Bedingung, in Bezug des Zapfen, nicht gestört wird. Auf einem jeden, ausserhalb des Kastens durchtretenden

Theil des Stahlzapfens ist ein in ganze Grade getheilter Kreis KK' durch eine Schraubenmutter befestigt, an welchem man mittelst Nonius Zehntel eines Grades abliest. Die beiden Platten PP' sind an beiden Enden durch zwei Metallstücke verbunden, deren eines zur Aufnahme eines Fernrohrs und deren anderes zur Aufnahme einer negativen Linse dient, wenn man das Fernrohr für entfernte Gegenstände anwenden will. Da aus der Theorie des Instrumentes hervorgeht, dass die Glasplatten in entgegengesetzter Richtung sich drehen müssen, so sind zu diesem Zwecke zwei Getriebe angebracht, von denen das eine in das Rad R, das andere in das Rad R' eingreift: die Getriebe selbst aber greifen in der Mitte in einander. Fig. 4 Taf. VIII zeigt dieses deutlich, sie giebt die innere Ansicht aller Theile bei senkrechter Stellung der Glasplatten gegen die optische Axe des Fernrohrs.

Fig. 3 Taf. VIII ist ein Durchschnitt durch die Mitte der Glasplatten, ebenfalls bei senkrechter Stellung derselben, parallel zur optischen Axe des Fernrohrs. Da in den meisten Fällen das Fernrohr dieses Instrumentes nur für nahe Gegenstände gebraucht wird, so hat Helmholtz zwei achromatische Objective, deren Brennweiten sich wie 3 : 8 verhalten, der Art vor einander gebracht, dass die Crownglaslinse des einen Objectives nach hinten gegen die Crownglaslinse des anderen gekehrt zu sitzen kommt. Ich zog es jedoch vor, Objective zu construiren, welche für sehr nahe Gegenstände berechnet sind, deren Wirkung, auch nach dem Urtheile des Hrn. Prof. Helmholtz sehr befriedigend ist.

Es ist eine wesentliche Bedingung, dass die in dem Kasten drehbaren Planparallelgläser bei irgend einer bestimmten Einstellung der eingetheilten Kreise, z. B. bei 0, senkrecht gegen die optische Axe des Fernrohrs stehen, oder dass man die Abweichung derselben von 90^0, die nur sehr gering sein darf, kenne. Um diese Abweichung ermitteln zu können, habe ich den Kasten, welcher die Planparallelgläser einschliesst, nicht direct mit dem Fernrohre verbunden, ich habe vielmehr in diesen Kasten Fig. 3 Taf. VIII eine Hülse H geschraubt, in welcher sich das Objectivende des Fernrohrs schieben lässt, so dass man den Kasten um das Fernrohr mit Sicherheit drehen kann. Die Hülse H trägt eine runde Scheibe S, welche sich gegen eine andere S_1, von gleichem Durchmesser, die auf dem Fernrohre sitzt, anlegt. Die erste dieser Scheiben ist mit einer groben Eintheilung (von 5 zu 5 Grad) versehen, die zweite mit einem Index. Sind nun die Planparallelgläser wirklich senkrecht gegen die optische Axe, so muss, wenn man

auf ein entferntes Object das Fadenkreuz des Oculars scharf eingestellt hat, das Object dieselbe Lage gegen das Fadenkreuz behalten, wenn auch der Kasten von 0 bis 180^0 um die Axe des Fernrohrs gedreht wird. Diese Drehung wird an den erwähnten Scheiben S S' wahrgenommen. Das Instrument hat keine Correction um eine, etwa vorhandene, Abweichung der Planparallelgläser aufzuheben; es muss dasselbe von Hause aus so frei als möglich davon sein. Würde aber dennoch ein erheblicher Fehler stattfinden, so lässt er sich durch zwei Beobachtungen eliminiren, indem man bei der Stellung des Kreises an der Hülse einmal bei 0^0 und dann bei 180^0 beobachtet, und aus beiden Beobachtungen das Mittel nimmt. Diese Drehbarkeit des Kastens hat aber ausserdem den Zweck, die Bilder, von welchen später die Rede sein wird, in eine gerade Linie zu bringen, da dieses für die Schärfe der Messung durchaus nothwendig ist. Das Fernrohr selbst ist mit einer Drehungsaxe versehen, wie die der Theodoliten, welche mit ihren Endzapfen in einer Stütze liegt, Fig. 5 Taf. VIII. An dieser Stütze ist ein cylindrischer Zapfen befestigt, welcher in eine mit einem Dreifusse versehene hohle Säule passt, so dass also das Fernrohr höher und tiefer gestellt, im Azimuth gedreht und mittelst einer Schraube festgeklemmt werden kann. An der Ocularseite des Fernrohrs sind zwei Gewichte befestigt, um dasselbe vollständig in Gleichgewicht mit dem Kasten zu bringen, und es lässt sich dadurch ohne die Drehungsaxe des Fernrohrs zu klemmen, dasselbe sanft gegen den Horizont neigen; es ist die Drehungsaxe erst dann mittelst der Schrauben F F' festzustellen, wenn das Instrument zu einer Messung vorbereitet ist.

Messung mit dem Instrumente.

Zur Bestimmung des Krümmungshalbmessers der Cornea bringt Helmholtz in einer Entfernung von 2 — 3 Meter, von dem Auge des zu Beobachtenden an gerechnet, zwei Lampen an, deren Abstand c^a. ein Meter beträgt. Eine Horizontallinie, welche auf der Mitte des Abstandes der beiden Lampen senkrecht ist, dient zur Orientirung des Ophthalmometers, indem die optische Axe des Fernrohrs in einer verticalen Ebene liegen soll, welche diese Horizontallinie enthält.

Die Entfernung des Fernrohrs von dem zu beobachtenden Auge kann 1000 — 1200 Millimeter betragen; die Höhe des Auges soll der Höhe des Fernrohrs nahezu gleich sein. Vor dem zu beobachtenden Auge ist ein schwarzer Schirm mit einer Oeffnung von etwa 25 Mm. Durchmesser. Man stellt nun das

Fernrohr des Instrumentes so ein, dass man die Lichtpunkte, welche in der Cornea sich spiegeln, scharf sieht. Diese Lichtpunkte sind es, deren Abstand gemessen werden soll, und von der Schärfe dieser Messung hängt die genaue Bestimmung des Krümmungshalbmessers ab. Bezeichnet man den Abstand des Auges von der Mitte des Abstandes der Lampe mit a, den Abstand der Lampen von einander mit b, und den Abstand der zu messenden Spiegelbilder mit β, den Krümmungshalbmesser mit r, so ist:

$$b : \beta = a : \tfrac{1}{2} r$$

$$r = \frac{2a\beta}{b}$$

Die Messung des Abstandes dieser Spiegelbilder lässt sich auf verschiedene Weise vornehmen, indem man:

1) die Planparallelgläser so weit dreht bis der eine Lichtpunkt den anderen vollkommen deckt; man erhält dadurch zwei gleiche Abstände, also drei Lichtpunkte.
2) Man dreht die Planparallelgläser so weit bis der eine Lichtpunkt den ursprünglichen Abstand halbirt; man erhält dann drei Abstände, welche einander gleich sein müssen, also vier Lichtpunkte.
3) Man bringt durch die Drehung der Planparallelgläser den doppelten Werth des ursprünglichen Abstandes der beiden Lichtpunkte hervor, wodurch man also zwei neue Abstände erhält, von denen ein jeder dem ursprünglichen gleich sein muss.

Diese letzte Methode habe ich stets als diejenige gefunden, durch welche man die genauesten Resultate erhält, indem hierbei der Beobachtungsfehler im Verhältniss zu der grossen Anzahl Grade, welche man bei der Drehung der Planparallelgläser erhält, sehr gering ist. Ich habe deshalb stets nach dieser Methode gemessen und zwar in der Weise, dass, wenn die Drehung der Planparallelgläser in dem einen Sinne zwei neue Abstände gab, welche den ursprünglichen gleich waren, ich an den getheilten Kreisen den Stand derselben ablas und dasselbe Experiment machte, indem ich die Planparallelgläser in entgegengesetzter Richtung drehte und wieder den Stand der Kreise notirte. Auf diese Weise erhielt ich also den vierfachen Werth des eigentlichen Abstandes der Lichtpunkte. Für die häufige Anwendung des Ophthalmometers ist es zweckmässig, sich zuvor eine genaue Kenntniss über den Werth der Drehung der Planparallelgläser, in linearem Masse ausgedrückt, zu verschaffen. Da es nun, wie aus der Theorie des Instruments

hervorgeht, gleichgültig ist, in welcher Entfernung das zu messende Object sich befindet, indem die lineare Verschiebung dieselbe bleibt, während der Gesichtswinkel für diese Verschiebung mit der Entfernung abnimmt, so stellt man in einer für den Beobachter bequemen Entfernung c[a]. 1 Meter vom Objective des Fernrohrs, einen, in ganze oder halbe Millimeter, getheilten Stab, dessen Eintheilung horizontal und in gleicher Höhe mit dem Fernrohre ist. Man dreht nun mittelst der Schraubenköpfe die Kreise, bis die Planparallelgläser in einer Ebene liegen; bei dieser Lage zeigen die beiden Kreise, an welchen die Drehung der Planparallelgläser gemessen wird, auf Null. Nun richtet man das Fernrohr, um ein recht scharfes Bild der Eintheilung des Massstabes zu bekommen. Wenn nun an einem der Schraubenköpfe, durch welche die Kreise, also auch die Planparallelgläser, bewegt werden, so lange gedreht wird, bis der in ganze Millimeter getheilte Massstab in halbe Millimeter getheilt, durch die Verschiebung der einzelnen Theilstriche, erscheint, so liest man an den Kreisen den Angularwerth dieser Verschiebung ab. Dreht man nun zurück bis diese Halbirung nach der anderen Seite stattfindet, so ergiebt die Summe beider Ablesungen im Mittel aus beiden Kreisen die Verschiebung für 1 Millimeter. Es sei im ersten Falle das Mittel der Ablesung beider Kreise $351^0,35$, im zweiten Falle $8^0,85$, so ist also der Angularwerth für ein Millimeter $= 17^0,50$. Bewegt man ferner die Planparallelgläser in dem einem Sinne, bis die Eintheilung durch Verschiebung als ganze Millimeter erscheint und dann wieder in dem anderen Sinne, so erhält man den Angularwerth für zwei Millimeter Verschiebung. Setzt man dieses Verfahren fort, indem man einmal die Millimeter halbirt und dann wieder als ganze Millimeter erscheinen lässt, so erhält man auf diese Weise von Millimeter zu Millimeter die Anzahl Grade, um welche die Planparallelgläser gedreht werden müssen.

Es ist nun bequem, wenn man sich aus dem auf diese Weise gefundenen Werthe eine Tabelle berechnet, aus welcher man sogleich für einen jeden Grad der Drehung die lineare Verschiebung entnehmen kann.

Da nun aber aus dem Mitgetheilten hervorgeht, dass bei dieser Beobachtungsmethode die Messung des Abstandes der Lichtpunkte viermal grösser wird, als die ursprüngliche Distanz, so sind in der Tabelle anstatt Millimeter nur Viertel-Millimeter bezeichnet.

Eine solche Tabelle für ein bestimmtes Instrument mag hier folgen:

	Mm.	
0°	0,000	0,064
5	0,064	67
10	0,132	70
15	0,201	72
20	0,273	75
25	0,348	75
30	0,423	75
35	0,498	75
40	0,573	75
45	0,648	78
50	0,724	79
55	0,803	82
60	0,885	84
65	0,969	0,089
70°	1,058	95
75	1,153	102
80	1,255	109
85	1,364	112
90	1,476	116
95	1,592	118
100	1,710	123
105	1,833	126
110	1,959	131
115	2,090	138
120	2,228	138
125	2,366	139
130	2,505	

Da es für mich von Interesse sein musste, den Grad der Genauigkeit kennen zu lernen, welcher mit diesen Instrumenten zu erreichen ist, so habe ich eine planconvexe Linse von 8 Mm. Radius mit aller Sorgfalt geschliffen und hieran einige Probemessungen vorgenommen und mit Hülfe der vorstehenden Tabelle berechnet. Das Instrument war wie zur Messung der Cornea aufgestellt.

Der Abstand der Linse von der Mitte der Lichtquellen . . . . $a = 2040$ Mm.
Der Abstand der Lichtquellen selbst . $b = 1000$ -

Ich erhielt nun bei fünf Messungen folgende Ablesungen im Mittel aus beiden Kreisen:

1)	2)	3)	4)	5)
55,5	56,0	55,7	55,9	56,1
305,2	305,7	305,7	305,7	305,8
110,3	110,3	110,0	110,2	110,3

Benutzen wir nun die angeführte Tabelle, so findet man für die fünf Messungen folgende Werthe der linearen Verschiebung.

Für 1, 2 und 5 . . . . 1,9668 Mm.
- 3 1,959
- 4 . . . . 1,9642.

Der Krümmungshalbmesser der Linse nach der oben angegebenen Formel $r = \frac{2\beta a}{b}$ berechnet, würde also

für 1, 2 und 5 = 8,024
- 3 . . . = 7,992
- 4 . . . = 8,013

betragen.

Die Abweichung des Mittels 8,015 aus diesen 5 Messungen von dem wahren Werthe des Radius 8,0 zeigt wohl zur Genüge die Schärfe, welche mit dem Instrumente zu erreichen ist, wobei man nicht übersehen darf, dass diese geringe Differenz sehr wohl im Schleifen der Linse und in der Unvollkommenheit der Schleifschale etc. selbst liegen kann. Vollkommen so scharf aber, wie der Radius einer solchen Linse bestimmt werden kann, lässt sich auch der der Cornea messen, indem die Bilder der Lampe sich vollkommen so scharf in derselben spiegeln, wie in einer gut polirten Glaslinse.

Ueber eine weitere Anwendung des Instrumentes etwas zu sagen, ist jetzt nicht meine Absicht, jedoch glaube ich, dass das Instrument, abgesehen von seiner ursprünglichen Bestimmung, zu manchen optischen Untersuchungen gute Dienste leisten wird.

Hr. Prof. Helmholtz schrieb mir über das ihm von mir gelieferte Instrument folgendes, was ich mit seiner Erlaubniss hier veröffentliche.

„Um die Leistungen des Instrumentes zu prüfen, und gleichzeitig das Brechungsvermögen und die Dicke der Glasplatte zu bestimmen, habe ich eine Reihe Messungen an dem von Ihnen mitgegebenen Massstab, der in halbe Millimeter getheilt ist, ausgeführt. Ich stellte immer so ein, dass die Doppelbilder scheinbar eine Theilung in Viertel-Millimeter darstellen, weil diese Einstellung am genauesten ist. Wenn man mehrere Male hinter einander dieselbe Einstellung wiederholt, schwankt sie nicht über $\frac{1}{20}$ Grad, was weniger als $\frac{1}{200}$ Mm. in Längsmasse beträgt. Um die Beobachtung an der Formel prüfen zu können, wurde sie in den vier Stellungen der Gläser, welche dieselbe Deckung der Bilder geben, wiederholt, also bei Drehungen um a, $180^0 - a$, $180^0 + a$, $360^0 - a$.

Das giebt für jede Messung 8 Ablesungen der Scheiben und 8 Werthe für a, aus denen das Mittel genommen wurde. Dieser Werth von a wurde nun zur Rechnung gebraucht nach der Formel:

$$\sin a = n \sin \beta$$

$$E = 2h \frac{\sin(a - \beta)}{\cos \beta}$$

wo n das Brechungsverhältniss der Glasplatte, h ihre Dicke und E die gemessene Linear-Distanz bezeichnen. Es wurden die Werthe von n und h gesucht, die den gemachten Beobachtungen am besten entsprechen, und alle Beobachtungen mit diesen Werthen berechnet. Die grösste Abweichung zwischen den gemessenen und berechneten Lineargrössen betrug dann nur $\frac{1}{300}$ Millimeter.“

Ueber ein neues Galvanometer, Electrogalvanometer genannt.

Von

Prof. **G. Meissner** und Inspector **Meyerstein** in Göttingen.

(Hierzu Taf. IX.)

Zur Untersuchung auf schwache galvanische Ströme, deren geringe Intensität es nöthig macht, den von dem Multiplicatordraht umgebenen Magneten der richtenden Wirkung des Erdmagnetismus möglichst oder bis zu einem gewissen Grade zu entziehen, bedient man sich sehr allgemein fast ausschliesslich des Nobili'schen Multiplicators, bei welchem der genannten Anforderung bekanntlich dadurch Genüge zu leisten gesucht wird, dass man zwei Magnete mit entgegengesetzt gerichteten Polen zu einem festen System verbindet, zu einem sogenannten astatischen Nadelpaar. Nach dem gründlichen Studium, welches Du Bois-Reymond diesem Instrument widmete und nach den zahlreichen wichtigen Entdeckungen im Gebiete der Physiologie, zu denen die Benutzung des Nobili'schen Multiplicators Denselben führte, ist dieses Instrument ganz besonders in den physiologischen Laboratorien heimisch geworden, und zur Untersuchung des elektrischen Verhaltens thierischer Theile, Nerv und Muskel, wird zur Zeit wohl kaum ein anderes Instrument (das physiologische Rheoskop natürlich abgerechnet) benutzt.

Der Multiplicator mit astatischem Nadelpaar hat aber auch seine bedeutenden Mängel, die Herstellung und Erhaltung seiner Brauchbarkeit ist mit grossen und nur zum Theil überwindlichen Schwierigkeiten verbunden, auf welche wir um so weniger hier des Nähern einzugehen brauchen, als Du Bois-Reymond diesen Gegenstand in so erschöpfender Weise behandelt hat. — Abgesehen aber auch von den mancherlei Schwierigkeiten, welche die Untersuchungen mit Hülfe astatischer Doppelnadeln oft so

zeitraubend und mühevoll machen, bringt es auch das Princip des Nobili'schen Multiplicators mit sich, dass einige im Allgemeinen mögliche Verbesserungen, Mittel zur Vervollkommnung der Klasse von Instrumenten, zu denen der Multiplicator gehört, die besonders auch gerade der Benutzung für physiologische Zwecke zu Gute kommen würden, entweder gar nicht oder nur sehr schwierig angebracht werden können.

Angesichts solcher Uebelstände erinnert man sich daran, dass es noch ein anderes Mittel giebt, die Directionskraft eines Magneten zu verkleinern, die Empfindlichkeit desselben für andere Einwirkungen zu erhöhen. Die Tangente des Winkels φ, um welchen der frei hängende Magnet aus seiner Ruhelage im magnetischen Meridian abgelenkt wird durch einen vorbeigeführten galvanischen Strom, ist bekanntlich gleich dem Verhältnisse der galvanischen Directionskraft G zu der magnetischen Directionskraft D: $\frac{G}{D} = \text{tang.}\,\varphi$. Um bei gleichbleibendem G die Tangente von φ möglichst gross zu erhalten, muss die magnetische Directionskraft möglichst verkleinert werden. Bezeichnet man mit m den Magnetismus der Nadel und mit T den Erdmagnetismus, so ist die magnetische Directionskraft $D = Tm$. Daraus folgt, dass D auf zweifache Weise verkleinert werden kann; erstens durch Verkleinerung des magnetischen Moments der Nadel: dies geschieht durch jene Verbindung zweier möglichst gleichbeschaffener, möglichst paralleler Magnetnadeln mit entgegengesetzt gerichteten Polen. Zweitens aber kann D auch durch Verkleinerung, Schwächung des Erdmagnetismus verringert werden, was sich durch einen dem Erdmagnetismus entgegenwirkenden Magneten erreichen lässt. Dabei bleibt also der innerhalb der Drahtwindungen hängende Magnet einfach, und man hat nur dafür zu sorgen, dass sich ein hinreichend kräftiger Magnet in gehöriger Nähe und Richtung befindet, der der Wirkung des Erdmagnetismus auf den schwingenden Magneten in dem gewünschten Grade das Gleichgewicht erhält.

Dieses bisher weit weniger berücksichtigte, obwohl durchaus vorzuziehende Princip, einen aufgehängten Magneten astatisch, frei beweglich zu machen, wurde zuerst von W. Weber angewendet. Durch die Benutzung dieses Weber'schen Princips ist das hier zu beschreibende und durch diese Mittheilung den Physiologen besonders empfohlene Galvanometer hauptsächlich und zunächst charakterisirt. Dem Hülfsmagneten, wie wir den dem Erdmagnetismus entgegengesetzten Magneten nennen wollen, können im Allgemeinen verschiedene Lagen ertheilt werden

und es beurtheilt sich die Wirkung in den hier zu unterscheidenden Hauptfällen nach den Untersuchungen von Gauss über die Wirkungen, welche ein Magnetstab in die Ferne ausübt*). Als zweckmässigste Anordnung legt Weber bei seinem Galvanometer den Hülfsmagneten auf einen Träger senkrecht über den schwingenden Magneten so, dass die gleichnamigen Pole beider gleichgerichtet sind: der Hülfsstab hat das Bestreben, den im Meridian hängenden Magneten um 180^0 zu drehen; je nach der Stärke des Magnetismus und nach dem Abstande der beiden Magnete wird also die Einwirkung des Erdmagnetismus und damit die Directionskraft des beweglichen Magneten in höherem oder geringerem Masse geschwächt. Bei passender Einrichtung, wie unten angegeben werden soll, lässt sich leicht erreichen, dem beweglichen Magneten nur einen äusserst kleinen Rest von Directionskraft zu lassen, der nur eben hinreicht, um ihn in einer constanten Ruhelage zu erhalten, diesen Rest aber auch beliebig jeder Zeit zu vergrössern, überhaupt nach Bedürfniss zu verändern.

Der schwingende Magnet erhält nach Weber's Vorgange die Form eines Ringes, welcher möglichst nahe von der inneren Circumferenz der Drahtwindungen umgeben ist, theils um eine möglichst starke Wirkung des Stroms in den Drahtwindungen zu erlangen, theils aber auch, um eine möglichst starke Wirkung von Seiten des sogleich zu erwähnenden Dämpfers auf den in Schwingung versetzten Magneten zu erhalten. Der unwirksamere Theil des Magneten, nämlich die Mitte, ist bei der Ringform entfernt, und man erhält auf diese Weise im Verhältniss zur Masse kräftige Magnete. Ein solcher ringförmiger Magnet kann als zwei mit den gleichnamigen Polen über einander gelegte Magnete betrachtet werden. Statt eines kreisförmigen Ringes kann auch ein elliptischer Ring bei entsprechender Form der Drahtrolle gewählt werden (Fig. 1, 2); die wirksameren Theile des Magneten können dabei in grösserer Ausdehnung den Windungen möglichst nahe gebracht werden.

Was die Aufhängung des Magneten betrifft, so ist bei der ganzen Beschaffenheit unseres Instrumentes gar kein Grund vorhanden, den Uebelstand einer geschlitzten Drahtrolle einzuführen; vielmehr kommt der Magnet an den unteren horizontalen Schenkel eines die Drahtrolle von oben her in passendem

---

*) Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1840, von Gauss und Weber. Vergl. auch Resultate etc. im Jahre 1837. Bemerkungen über die Einrichtung und den Gebrauch des Bifilar-Magnetometers p. 22. Anmerkung.

Abstande umfassenden Bügels, welcher seinerseits je nach der Schwere des Magneten an einem einfachen Coconfaden oder an einem Bündelchen solcher aufgehängt ist.

Es versteht sich, dass das Instrument nicht dazu bestimmt ist, dass die Ablenkungen des Magneten unvergrössert mit blossem Auge etwa abgelesen werden sollten. Vielmehr lag es von vorn herein in der Absicht, die Ablenkungswinkel innerhalb so kleiner Grössen zu halten, dass die Winkel geradezu statt der Tangenten genommen werden können. Die Beobachtung sollte, so lange es sich nicht um die Demonstration im Auditorium etwa handelt, mittelst des Fernrohrs geschehen unter Benutzung des Princips der Poggendorf'schen Spiegelvorrichtung. Bei mehren Galvanometern ist, wie beim Magnetometer, der Spiegel, in welchem die über dem Fernrohr befestigte Skala beobachtet wird, mit dem schwingenden Magneten selbst unmittelbar verbunden. Weber füllt das Lumen des Ringes mit dem Spiegel aus. Bei solcher Einrichtung aber ist man bei der Aufstellung des Apparats und des Fernrohrs sehr abhängig; denn der Magnet soll im magnetischen Meridian seine Ruhelage haben, und die Locale sind nicht immer so gelegen, dass man für diese Aufstellung des Instruments und Fernrohrs einen passenden Platz findet. Damit nun nicht etwa die Empfindlichkeit des Magneten aufgeopfert werden muss, ist es zweckmässig, den Spiegel vom Magneten zu trennen und ihn an den den Magneten tragenden Bügel oberhalb der Drahtrolle so zu befestigen, dass man ihn um eine verticale Axe drehen und mit Hülfe einer Schraube in jedem Azimuth feststellen kann. Bei dieser Einrichtung kann man das Galvanometer überall, an jeder Wand die hinreichend geschützt vor Erschütterungen und möglichst eisenfrei ist, aufstellen; den mit dem Magneten schwingenden Spiegel dreht man sich nach der Richtung, die zur Aufstellung des Fernrohrs geeignet ist.

Ein sehr wichtiger, namentlich auch bei der Bestimmung des Instruments für physiologische Untersuchungen äusserst werthvoller Theil bedarf noch der Erwähnung, bevor wir zur speciellen Beschreibung dieses Instruments übergehen. Sehr störend und nicht nur zeitraubend ist es nämlich, wie bekannt, bei vielen Beobachtungen, bei physiologischen Untersuchungen durchgängig, dass die empfindliche, mit grosser Schwingungsdauer oscillirende Magnetnadel so viel Zeit braucht um sich in einer dauernden Ablenkung oder in den Nullpunkt einzustellen, von wo aus es gilt, sie weiteren Einwirkungen zu unterwerfen. Dieses lange hin und her Oscilliren um die Gleichgewichtslage lässt sich bei unserm Galvanometer in sehr hohem Masse

beseitigen, so dass jegliche Störung dadurch ausgeschlossen ist, durch Benutzung der sogenannten Dämpfung von Gauss*). Dieselbe besteht bekanntlich, abgesehen von einem etwaigen kupfernen Rahmen für die Drahtrolle, in einem dicken massiven Kupfermantel, der die Drahtwindungen umgiebt und angesehen werden kann als ein geschlossener Multiplicator von nur einer Windung mit sehr grossem Querschnitt. Der in Schwingung versetzte Magnet inducirt in dieser in sich geschlossenen Kupfermasse einen Strom, dessen Intensität am stärksten ist, wenn die Schwingungsgeschwindigkeit des Magneten am grössten ist, und der die entgegengesetzte Richtung annimmt, sobald die Nadel umkehrt. In geringerem Masse wirkt auch schon der Multiplicator selbst, sobald er geschlossen ist, in gleicher Weise als Dämpfer. Diese Ströme bedingen eine Verminderung der Schwingungsgeschwindigkeit des Magneten in der Art, dass der Schwingungsbogen in sehr rascher, wie auch sonst nahezu geometrischer Progression, d. h. mit nahezu gleichbleibendem aber sehr grossem logarithmischen Decrement abnimmt. Der inducirte dämpfende Strom ist um so stärker, je geringer der Widerstand in dem geschlossenen Kreise ist; bei dem Dämpfer daher je grösser der Querschnitt des Kupferringes ist: die Dämpfung von Seiten des Multiplicators selbst kommt bei thierisch-elektrischen Versuchen, bei denen die Widerstände im Multiplicatorkreise so sehr gross sind, nicht oder kaum in Betracht. Die dämpfende Kupfermasse kann auch als ein die Drahtwindungen innerhalb umgebender Ring angebracht sein.

Wir wollen nun das nach vorstehenden Principien construirte Galvanometer beschreiben und damit sogleich die Angaben über die Aufstellung und die Zusammensetzung aus den einzelnen Theilen verbinden.

In Fig. 3 stellt A eine mit drei Fussschrauben versehene Platte von Holz dar, mit welcher die an ihrem Rande sich vertical erhebende Säule C von Holz, bestimmt den schwingenden Magneten und den Hülfsmagneten auf ihrem obern herübergebogen Theile zu tragen, unbeweglich verbunden ist. In die Platte A sind zwei flache Streifen von Messing eingelassen, die am Rande der Platte mit Klemmschrauben zur Befestigung des Zuleitungsdrahts endigen (wie aus Fig. 4, Ansicht von oben, zu erkennen ist), an dem andern Ende aber auslaufen in zwei vertical aufwärts gerichtete Messingvorsprünge

*) Vergl. Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins. 1837. p. 18 und besonders Anleitung zur Bestimmung der Schwingungsdauer einer Magnetnadel. Resultate etc. 1837. p. 58.

(Fig. 3 *a a*), die in einem dreieckigen Ausschnitte ihrer obern Kante zwei von der Multiplicatorrolle horizontal hervorragende Messingzapfen aufnehmen sollen (Fig. 3 *z*), wodurch sowohl die Multiplicatorrolle in jenen Lagern getragen wird, als auch die Verbindung des Multiplicatordrahts mit den Zuleitungsdrähten hergestellt wird.

Da der schwingende Magnet in der Ruhe im magnetischen Meridian sich einstellen soll, folglich auch die Ebene der Drahtwindungen mit der Ebene des magnetischen Meridians zusammenfallen muss, so ist es nothwendig, das Holzgestell, bevor die übrigen Theile aufgesetzt werden, so zu orientiren, dass die Verbindungslinie der beiden Zapfenlager den Meridian rechtwinklig schneidet. Zu diesem Zweck wird, nachdem das Holzgestell auf einen mit Kupfer in der Wand befestigten Consol oder auf einem auf Stein ruhenden Stativ horizontal gestellt ist, in die Zapfenlager der in Fig. 7 abgebildete Träger einer auf einer Spitze spielenden Magnetnadel eingelegt, welche sich über einer Linie bewegt, die rechtwinklig zu der die Zapfenlager verbindenden Graden steht: das Gestell wird dann so gedreht, dass die Nadel genau auf dieser Linie einsteht. Es versteht sich, dass bei Vornahme dieser Orientirung des Instruments alle Magnete entfernt sind, und dass nach der Orientirung die kleine Bussole entfernt wird.

Darauf wird der schwingende Magnet an dem Messingbügel aufgehängt. Wie schon gesagt und wie Fig. 3 zeigt, dient die Säule *C* dazu, den Coconfaden, woran der Magnet hängt, zu tragen. Die Aufhängung des Coconfadens ist dieselbe, welche W. Weber in den Resultaten aus den Beobachtungen etc. 1836 (Bemerkungen über die Einrichtung magnetischer Observatorien u. s. w.) beschrieben hat. An einer horizontal gerichteten Schraube ist der Faden angeknüpft und legt sich beim Drehen dieser Schraube in das Gewinde, so dass der Magnet höher und tiefer gebracht werden kann, ohne den Aufhängepunkt zu versetzen. Eine andere kleine Schraube dient dazu, die erstere horizontale in jeder beliebigen Lage festzuhalten. Die Einrichtung wird durch Fig. 3 verständlich sein. — An dem unteren Ende des Coconfadens hängt zunächst der Spiegel (Fig. 3 *S*). Der Faden kann durch ein Loch in der Fassung desselben geknüpft sein, sicherer aber ist es, wenn an der Fassung sich ein kleines Schiffchen befindet, in welches ein am Faden befestigtes rundes Stäbchen eingelegt wird. Die sehr leichte Fassung des Spiegelchens endigt unten mit einem dünnen Messingzapfen als Drehungsaxe des Spiegels, der in ein Loch des Bügels *B* eingelassen ist,

so dass er sich in diesem drehen und mittelst einer Schraubenmutter in jeder Stellung fixirt werden kann. Der den oberen Umfang der Multiplicatorrolle umfassende leichte Messingbügel *B* endigt mit einer horizontal gerichteten feinen Stahlnadel, auf welche der Magnet mit einer feinen Durchbohrung aufgeschoben wird.

Ist dies geschehen, so wird die Multiplicatorrolle sammt Dämpfer (während man den Bügel nebst Magneten etwas in die Höhe hebt) übergeschoben und mit den schon genannten Zapfen in das für sie bestimmte Lager auf dem Holzgestell niedergelassen; zwei seitliche Zapfen jederseits umfassen das Zapfenlager von Aussen und fixiren die Rolle. — Der Multiplicator besteht aus einem Hohlcylinder von dünnem Kupferblech an dessen Rändern jederseits eine starke ringförmige Scheibe von Kupfer gelöthet ist, zwischen denen der übersponnene Draht aufgewickelt ist. Die empfindlichste Rolle, welche das physiologische Institut in Göttingen besitzt, hat 22000 Windungen eines etwa $^1/_{10}$ Mm. dicken Drahts; ein Bedürfniss nach einer grösseren Zahl von Windungen ist nicht vorhanden. An jeder der beiden Kupferscheiben ist an gerade gegenüberliegenden Stellen ein Messingplättchen festgeschraubt, durch Elfenbein isolirt. Zwischen Elfenbein und Messingplatte ist das Ende des Multiplicatordrahts, welches wohl isolirt die Kupferscheibe durchbohrt, in mehren flachen Windungen mittelst zweier Schrauben festgeklemmt, und der schon genannte Messingzapfen, mit welchem die Rolle jederseits in ihrem Lager liegt, übernimmt die Leitung von jenem Messingplättchen nach dem Zuleitungsdrahte hin.

Der Dämpfer wird über die Multiplicatorrolle nur übergeschoben, und so hat man es ganz in der Hand, auch ohne Dämpfer die Rolle zu gebrauchen, ebenso wie verschiedene Rollen mit dickerem oder dünnerem Draht, mit weniger oder mehr Windungen in den Dämpfer einzuschieben.

Nachdem die Multiplicatorrolle eingelegt ist, folgt die Einfügung des letzten Bestandtheils in den Apparat, nämlich des Hülfsmagneten. — Das Princip, wonach dieser wirken soll, ist bereits angegeben: mit gleichgerichteten Polen soll er so senkrecht und parallel über dem schwingenden Magneten liegen, dass dieser mit geringerer Kraft in dem magnetischen Meridian gefesselt ist. Bei der Auflegung des Hülfsmagneten kommt also zunächst seine Richtung und darauf der Abstand von dem schwingenden Magneten in Betracht. Bei gegebener Grösse des Magnetismus des im Meridian vorausgesetzten Hülfsmagneten und des beweglichen Magneten hängt die Grösse der beab-

sichtigten Wirkung auf den letzteren ab von der Stärke des localen Erdmagnetismus und von der Entfernung des Hülfsmagneten von dem schwingenden Magneten. Man kann einen kleineren Magneten in geringerer Entfernung oder einen kräftigeren Magneten in grösserer Entfernung anbringen. Das letztere ist vorzuziehen, und man bedarf im Allgemeinen eines ziemlich kräftigen Magneten, mit welchem durch Verkleinerung oder Vergrösserung des Abstandes sehr verschiedene Grade von Astasie des schwingenden Magneten herzustellen sind. Zu diesem Zweck trägt das Holzgestell oberhalb des Aufhängeapparats für den Coconfaden ein verticales vierseitiges Prisma von Holz (Fig. 3 *m*), auf dessen Vorderfläche sich eine Skala befindet. Der Hülfsmagnet liegt in einem entsprechend geformten Holzkästchen, welches mittelst eines Bügels an jenem Prisma gleitet und mit Hülfe einer Schraube und Feder in jeder beliebigen Höhe festgestellt werden kann. Der Schwerpunkt des parallelepipedischen Hülfsstabes befindet sich stets senkrecht über dem Aufhängepunkt des schwingenden Magneten (vergl. Fig. 3 u. 4). Damit aber der Magnet stets genau in den Meridian eingestellt werden kann, musste das denselben tragende Prisma um eine verticale, mit der Drehungsaxe des schwingenden Magneten zusammenfallende Axe drehbar sein. Die Drehung um diese Axe, die, wenn das Instrument im Ganzen genau construirt ist, immer nur sehr kleine Winkel zu betragen braucht, geschieht mit Hülfe zweier gegen einander gerichteter und gegen die Basis des Prismas wirkender Schrauben (Fig. 4 *S*). Die richtige Orientirung des Hülfsmagneten geschieht aber folgendermassen. Nachdem die Multiplicatorrolle eingelegt ist und der Spiegel sich von den mechanischen Erschütterungen beruhigt hat, beobachtet man, bevor der Hülfsmagnet in die Nähe gebracht wird, mittelst Fernrohr und Skala den Stand des gehörig festgeschraubten Spiegels, indem jetzt der schwingende Magnet sich in den Meridian eingestellt hat. Ist dieser Stand genau und wiederholt sicher beobachtet, so wird der Hülfsmagnet aufgelegt und nun von Neuem beobachtet. Obwohl die Construction des Instruments dem Hülfsstabe überhaupt eine Lage nahezu im Meridian anweist, so kann man doch bei der ausserordentlich feinen Beobachtung sicher darauf rechnen, dass niemals bei einer neuen Aufstellung oder Verticalverschiebung des Hülfsmagneten der Spiegel seinen früheren Stand genau einnimmt. Die kleinsten ganz unvermeidlichen Ungenauigkeiten bedingen relativ beträchtliche Ablenkungen. Der Träger des Hülfsmagneten wird dann so lange um seine Verticalaxe gedreht, bis die frühere Einstellung des schwingenden

Magneten im Meridian erreicht ist, was sich mit absoluter Genauigkeit erreichen lässt.

Da aber die kleinsten Verschiebungen des kräftigen Hülfsstabes sowohl in verticaler Richtung wie in horizontaler Richtung um die Verticalaxe schon sehr beträchtlichen Einfluss auf den schwingenden Magneten haben, und deshalb eine genaue Einstellung des letzteren in den Meridian sehr zeitraubend sein könnte, auch leicht bei beabsichtigter Veränderung der Empfindlichkeit das gewünschte oder absolute Maximum derselben überschritten werden könnte, so haben wir den Hülfsmagneten gewissermassen in zwei Theile zerlegt, d. h. wir wenden statt eines Magneten zwei, einen grösseren und einen kleineren an, die sich zu einander in ihrer Einwirkung auf den schwingenden Magneten etwa so verhalten, wie die grobe Bewegung am Mikroskop zur Mikrometerschraube. Der kleine ebenfalls in einem Holzkästchen liegende und an dem verticalen Prisma gleitende Magnet befindet sich unter dem grossen (vergl. Fig. 3); auch er ist in verticaler Richtung verschiebbar und dreht sich natürlich auch mit dem grossen um die verticale Axe. Aber ausserdem kann der kleine Magnet noch in seinem Holzkästchen, welches nicht ganz ausgefüllt wird, mit Hülfe einer Schraube, der von der anderen Seite eine kleine Spiralfeder entgegenwirkt, sehr fein im Azimuth gedreht werden, wie das aus der Fig. 5 verständlich werden wird. Diese Einrichtung macht nun eine so ausserordentlich feine, rasch und leicht ausführbare Einstellung möglich, dass gar nichts zu wünschen übrig bleibt. Der grosse Magnet erhält einen festen Stand am oberen Ende des verticalen Prismas, und nur roh wird durch Drehung des ganzen Prismas sammt beiden Magneten die Einstellung gemacht; dann corrigirt man an dem kleinen Magneten und hat damit Drehungen des Spiegels um einen Skalentheil in der Gewalt. Auch lässt sich mit Hülfe des kleinen Magneten bei feststehendem grossen der Grad der Astasie schon innerhalb weiter Grenzen verändern. Liegt der kleine Magnet mit dem Nordpol unter dem Nordpol des grossen, so wirken beide in gleichem Sinne, und Senkung des kleinen Magneten vergrössert die Astasie; liegt aber der kleine Magnet umgekehrt, so schwächt er die Wirkung des grossen, um so mehr, je mehr er gesenkt wird. Man sieht leicht, dass bei dieser Einrichtung, bei passender Benutzung beider Magnete und ihrer Bewegungen eine ausserordentlich grosse fein abgestufte Reihe verschiedener Empfindlichkeitsgrade des Instruments möglich und jeder Grad nach Belieben jeden Augenblick herzustellen ist. Es versteht sich, dass man auch beide Hülfsmagnete ganz bei Seite lassen kann.

Folgende Beispiele mögen zur Erläuterung des Gesagten dienen. Bei dem der Beschreibung zunächst zum Grunde liegenden Instrumente des physiologischen Instituts beträgt die Schwingungsdauer des Magneten ohne Hülfsmagnet 4 Sec. Wurde der grosse Hülfsstab auf 300 Mm. Abstand über jenen gebracht, so betrug die Schwingungsdauer 11,5 Sec.; bei 290 Mm. Abstand 18,5 Sec.; bei 285 Mm. Abstand 40,5 Sec. Wurde der Hülfsstab noch um 5 Mm. weiter genähert, so drehte sich der schwingende Magnet um 180°, der Hülfsstab überwog den Erdmagnetismus. Wurde der grosse Hülfsstab auf 300 Mm. Abstand eingestellt und der kleine Hülfsstab auf 270 Mm., so betrug die Schwingungsdauer 18 Sec.; bei 265 Mm. Abstand des kleinen Magneten 22,25 Sec.; bei 255 Mm. Abstand des kleinen Magneten 29 Sec. Wurde der kleine Magnet mit entgegengesetzten Polen eingelegt, während der grosse in 300 Mm. Abstand lag, so betrug bei 215 Mm. Abstand des kleinen Magneten die Schwingungsdauer 6,5 Sec.; bei 270 Mm. Abstand 8 Sec.

Unbedingt nothwendig ist es, dass der Multiplicator sammt dem Spiegel von einem Gehäuse umgeben ist, weil sonst der Spiegel wegen Luftströmungen nie zu Ruhe kommt. Bei dem vorliegenden Instrument besteht dasselbe in einem der Länge nach halbirten Cylinder von Holz, der oben geschlossen nur mit einem Loch für den Coconfaden versehen ist. Die hintere Hälfte dieses Gehäuses wird erst nach der Einlegung der Rolle hinter dieser herumgeschoben, die andere Hälfte dann von vorn entgegengesetzt. Diese vordere Hälfte hat gegenüber dem Spiegel ein Glasfenster und man hat darauf zu achten, dass man die Ebene dieses Glases parallel der Ebene des ruhenden Spiegels einstellt, was leicht mit Hülfe der Beobachtung von Spiegelbildern beider zu erreichen ist.

Das mit einem Fadenkreuz im Ocular versehene Fernrohr zur Beobachtung trägt in bekannter Weise eine in Millimeter getheilte Skala (Fig. 6), welche bei passender Localität vom Tageslicht, sonst durch eine Kerze beleuchtet wird. — Das Fernrohr wird schicklich etwa drei Meter vor dem Spiegel aufgestellt; dann beträgt also die Entfernung des Spiegelbildes von der Skala 6 Meter, und ein Skalentheil (= 1 Mm.) entspricht dann etwa 34 Bogensecunden. Wie oben bemerkt, lässt sich die Stellung des Spiegels, wenn es darauf ankommt, um einen Skalentheil corrigiren. Zur Auffindung des Bildes der Skala bedarf es keiner besonderen Regeln, sobald man das Fernrohr auf einem Stativ aufstellt, dessen Tisch höher und tiefer gestellt werden kann. Man rückt dann mit dem Fernrohr

so vor den Spiegel, dass dieser in der Ruhe gerade die senkrecht über der Axe des Fernrohrs befindliche Mitte der Skala ins Auge wirft. — Die Beobachtung der Ablenkungen durchs Fernrohr führt gar keine Unbequemlichkeiten mit sich, wenn man den Apparat zur Ableitung der Ströme von thierischen Theilen in der Nähe des Fernrohrs, am Besten auf einem unterhalb oder neben dem Fernrohrtisch befindlichen Tischchen, den dasselbe Stativ tragen kann, aufgestellt hat und in die Zuleitung eine Unterbrechung mit Stromschliesser eingefügt ist. Man lässt dann den Strom erst auf den Magneten wirken, während man das Auge schon am Fernrohr hat.

Indessen wenn es gilt, die Erscheinungen Anderen zu demonstriren, und haben wir namentlich ein akademisches Auditorium im Auge, so ist die Anwendung des Fernrohrs natürlich unthunlich. Dann bietet sich ein anderes Mittel dar, die Ablenkungen vergrössert zu beobachten, nämlich das von dem schwingenden Spiegel reflectirte Licht einer nahe vor demselben aufgestellten Lichtquelle, welches mit Hülfe einer Linse von grosser Brennweite zu einem vergrösserten Bilde formirt und auf einem Schirm aufgefangen wird. Wir umgeben zu diesem Zweck eine hellbrennende Lampe an Stelle des Glascylinders mit einem hohen Cylinder von geschwärztem Messingblech, in welchem ein schmaler verticaler Spalt angebracht ist. Dieser dient als Lichtquelle, und unter Einschaltung einer Linse erhält man auf einem in 3—4 Meter Entfernung aufgestellten Schirm von geöltem Papier ein grosses helles Bild, welches zu beiden Seiten des Schirms aus grosser Entfernung deutlich gesehen werden kann. Natürlich muss das Zimmer verdunkelt werden, und die Herrichtung der Präparate u. s. w. geschieht bei dem vom Schirm abgeblendeten Licht einer Lampe. Versieht man den auffangenden Schirm mit einer groben Skala, so sind sogar bei dieser Art der Beobachtung solche Messungen möglich, wie sie auch für Vorlesungen erwünscht sind und jedenfalls so sichere Beobachtungen, dass man im Nothfall das Fernrohr entbehren kann. — Im Laufe des verflossenen Winters wurden im hiesigen physiologischen Institute sämmtliche Versuche im Gebiete der thierischen Electricität in der genannten Weise ohne jegliche Beschwerde und Zeitaufwand demonstrirt.

Es bleibt nun übrig, von der Leistungsfähigkeit des Instruments zu reden, und zwar kommt dabei dasselbe in zweifacher Hinsicht in Betracht, ein Mal als Rheometer und zweitens als Rheoskop. Man kann fragen, bis wie weit Stromstärken gemessen werden können, und bis wie weit Ströme noch beobachtet werden können.

Bei der ausserordentlichen durch nichts beeinträchtigten Feinheit der Ablesung ist die Messung einer Ablenkung gerade so weit möglich, als überhaupt eine Ablenkung stattfindet. Die Messung eines Skalentheils, unter genannten Bedingungen nahezu einer halben Bogenminute entsprechend, ist noch nicht das Aeusserste; käme es darauf an, so könnten Bruchtheile eines Skalentheils gemessen werden. Die Möglichkeit solcher feinen Messung, der Messung überhaupt ist bei unserm Instrument aber in der That auch werthvoll, benutzbar; denn während der Nobili'sche Multiplicator kein Messinstrument ist, höchstens auf umständliche Weise zu einem solchen gemacht werden kann, so können bei jenem Galvanometer die Ablenkungen unmittelbar als Mass für die Stromstärken angesehen werden. Die Ablenkungen der astatischen Doppelnadel sind den Stromstärken nicht proportional, und die Grenze, bis zu welcher diese Proportionalität näherungsweise angenommen werden könnte — Du Bois giebt dieselbe zu 20^0 an —, ist bei der Art der Beobachtung am Multiplicator zu eng gezogen, als dass sie ein Maximum der Ablenkungen durch thierisch-elektrische Ströme bezeichnen dürfte, weil dann sehr viele Ablenkungen und Bewegungen der Nadel ausser den Bereich der möglichen Beobachtung fallen würden. Bei unserm Galvanometer betragen diejenigen Ablenkungen des Magneten, bei denen noch ein Theil der 2 — 3 Meter entfernten, 1 Meter langen Skala vom Spiegel ins Fernrohr reflectirt wird, so kleine Winkelgrössen, dass die Bewegungen am Magneten selbst mit blossem Auge nicht wahrnehmbar sind. Natürlich aber soll es sich nur um solche Ablenkungen handeln, bei denen die Skala im Gesichtsfelde bleibt; ist letzteres nicht der Fall, so ist entweder die Vergrösserung der Spiegelbewegung oder die Empfindlichkeit des Instruments für die betreffenden Ströme zu gross, und letztere muss in angegebener Weise geschwächt werden. Unsere Skala ist 1 Meter lang, und ihre halbe Ausdehnung (rechts und links vom Mittelpunkt) entspricht in der Entfernung von 3 Meter vom Spiegel 4,7 — 4,8 Graden. Somit ist das Instrument nicht nur eine Tangentenbussole, sondern man kann auch sogar die Winkel geradezu statt der Tangenten nehmen, und den Ablenkungen die Stromstärken direct proportional setzen.

Trotz dieses bedeutenden Vorzuges unseres Galvanometers könnte man geneigt sein, demselben den Vorrang vor dem Nobili'schen Multiplicator für die physiologische Anwendung nicht einzuräumen, wenn nämlich jenes Galvanometer als Rheoskop nicht dem Multiplicator die Wage halten sollte.

Denn mit Recht könnte man darauf aufmerksam machen, dass die Möglichkeit der feinen Messung für die thierische Elektricität vor der Hand weit weniger werthvoll und interessant sei, als die Möglichkeit die feinsten Aeusserungen derselben überhaupt nur zu sehen. — Während aber einerseits auch für die Physiologie wahrscheinlich die Zeit kommen wird, da sie genauer Messungen, wenn auch nur relativer in Anbetracht der Natur der beobachteten Ströme als abgeleiteter, bedürfen wird, so lässt jenes Galvanometer anderseits aber auch als empfindliches Rheoskop gar nichts zu wünschen übrig. Wenn es die Empfindlichkeit vielleicht anschaulich machte, so könnten wir in gewisser Weise das Analogon zu dem beim Multiplicator oft gebrauchten Ausdruck beibringen, wenn man nämlich sagt, beim Einschalten dieses oder jenes Theiles sei die Nadel bis zur Hemmung geflogen: wir könnten von vielen kleinen Muskeln und Nervenstücken sagen, dass sie die Skala aus dem Gesichtsfelde gebracht haben, und zwar ohne dass etwa schon der äusserste Grad von Empfindlichkeit hergestellt war. Wir können nur sagen, dass bei oft wiederholter, lange fortgesetzter Prüfung zweier nach obigen Principien für das physiologische Institut construirter Galvanometer wir bei keinem einzigen der in das Gebiet der thierischen Electricität einschlägigen Versuche einen Mangel an Empfindlichkeit bemerkt haben, und man bedenke, dass jede noch so kleine Ablenkung deutlich sichtbar, messbar ist.

Auf eine besondere Art der Empfindlichkeit oder Leistungsfähigkeit unseres Instruments wollen wir noch besonders aufmerksam machen; diejenige nämlich, welche dasselbe dem Dämpfer verdankt. Dieser beruhigt eine noch so grosse Schwingung so rasch, dass der Spiegel sich nach 3—4 sehr kleinen Schwingungen einstellt, und ein neuer Versuch, eine weitere Einwirkung auf den Magneten eingeleitet werden kann. So ist es möglich, dass ohne wesentliche Veränderung, Absterben thierischer Theile eine Reihe von Versuchen rasch hinter einander rein angestellt werden können. Besonders schön zeigt sich die hervorgehobene Wirkung des Dämpfers z. B. wenn man die negative Stromesschwankung des zwischen der Zuleitungsvorrichtung pulsirenden Froschherzens beobachtet. Dieses darf in ziemlich raschem Tempo schlagen, und doch wird jede Schwankung des Stroms vollkommen rein, wie ein einziger Pendelschlag angezeigt, so dass eine vollkommen sichere Messung der Ablenkungen möglich ist. Die ausserordentliche Wirksamkeit des Dämpfers an unserm Instrument wird durch folgende Beobachtungen anschaulich. Als die Multiplicatorrolle sammt Dämpfer entfernt

waren, die Hülfsmagnete so lagen, dass die Schwingungsdauer 10,5 Sec. betrug, erfolgte die Abnahme der Schwingungsbogen, wie zu erwarten, so langsam, dass das nahezu constante logarithmische Decrement 0,013 betrug. Als Dämpfer und Rolle den Magneten umgab, der Multiplicatorkreis jedoch geöffnet, als Dämpfer also unwirksam war, stieg (die Schwingungsdauer blieb genau dieselbe) das logarithmische Decrement auf die enorme Höhe von 0,552; und als der Multiplicatorkreis ohne Einschaltung weiterer Widerstände auch geschlossen war stieg das logarithmische Decrement noch auf 0,637. Diese beiden letzteren Angaben sind das Mittel aus je vier besonderen Beobachtungen, bei jeder einzelnen konnten, obwohl wir den Spiegel mit Hülfe eines grossen Magneten in die grössten Schwingungen versetzten, doch nur drei oder vier Ablesungen gemacht werden, weil alsdann der Spiegel schon wieder fast völlig ruhig war, was also im Laufe von 40 — 50 Secunden geschah. Bei Einschaltung thierischer Theile wird man zwar wegen des beträchtlichen Widerstandes im Multiplicatorkreise nicht auf die letztgenannte Höhe des logarithmischen Decrements kommen, aber die vorhergehende Zahl wird sicher erreicht, und sie ist an sich schon ausserordentlich hoch. — Bei der Rolle, die diese sehr starke Wirkung der Dämpfung hat, ist der Dämpfer an der inneren Circumferenz der Drahtwindungen angebracht, ist also dem Magneten näher, als die Drahtwindungen; trotzdem lässt die Empfindlichkeit für schwache Ströme nichts zu wünschen übrig. Bei einer anderen Rolle, an der der Dämpfer über die Drahtwindungen gelegt wird, war das logarithmische Decrement zwar nicht so gross, wie bei jener, immer aber doch auch sehr gross, nämlich 0,425 bei geöffnetem Multiplicator, 0,602 bei geschlossenem Multiplicator.

Um einigermassen eine Angabe über die Empfindlichkeit des Galvanometers für feine Einwirkungen machen zu können, haben wir Versuche mit momentanen Entladungen gespannter Elektricität gemacht. Eine nur schwach geladene Leydener Flasche gab eine für unser Instrument mit empfindlicher Anordnung zu starke Wirkung. Dagegen erfolgten gut messbare und zum Theil ansehnliche Ablenkungen, als wir (in grosser Entfernung vom Galvanometer) eine mit Seide geriebene Glasröhre oder eine mit Wolle geriebene Siegellackstange an dem einen Ende des wohl isolirten Zuleitungsdrahtes vorbeiführten, während das andere Ende abgeleitet war. Dass solche schwache Entladungen, wie in den letztgenannten Fällen, auch an einem recht empfindlichen Multiplicator (wie sie von Sauerwald mit etwa 30000 Windungen construirt werden) Ablenkungen bewirken,

bezweifeln wir nicht, und Herr Prof. Funke bestätigte es in der That dem Einen von uns auf Befragen; aber diese Ablenkungen am Nobili'schen Multiplicator gehören wohl selten zu den scharf messbaren.

Da jenes Galvanometer auch so kleine Mengen von Spannungselektricität messen lässt, so wird das Instrument in der speciellen Form, wie beschrieben, fortan als Elektro-Galvanometer von dem Einen von uns zum Unterschiede von anderen Galvanometern aufgeführt werden. — Dass dasselbe überhaupt für rein physikalische Zwecke ebenso gut, wie für physiologische benutzt werden kann, bedarf kaum besonderer Erwähnung.

In Bezug auf die mit dem Galvanometer etwa vorzunehmenden Messungen mag daran erinnert werden, dass sobald es sich nicht um Messungen constanter Ablenkungen handelt, sondern um einzelne Elongationen, die zur Beobachtung kommen, wie z. B. einer momentanen negativen Stromesschwankung, der Einfluss der Dämpfung berücksichtigt werden muss. Hierüber findet man das Nöthige in Gauss' Anleitung zur Bestimmung der Schwingungsdauer einer Magnetnadel (Resultate u. s. w. des magnetischen Vereins 1837. p. 58) und bei Weber, Elektrodynamische Massbestimmungen p. 344. —

Nach der höchst wichtigen Erfahrung Du Bois', dass amalgamirtes Zink in Berührung mit Zinkvitriollösung sich ohne besondere Vorsichtsmassregeln so gleichartig in galvanischer Beziehung gegenüber anderen Combinationen verhält und so gut wie keine Polarisationsladungen annimmt, wird man sich natürlich bei thierisch-elektrischen Versuchen stets dieser Combination bedienen, um von den thierischen Theilen die Ströme abzuleiten. Nach der früher gebräuchlichen Einrichtung lag es am nächsten, wie es Du Bois empfohlen hat, Gefässe von innen amalgamirtem Zink anzuwenden, gefüllt mit Zinkvitriollösung. Bei der so leicht sich herstellenden Gleichartigkeit zweier Stücken amalgamirten Zinks lässt sich indessen die Zuleitungsvorrichtung noch vereinfachen, womit eine Verminderung der Widerstände im Multiplicatorkreise verbunden ist. Wir haben uns folgender Einrichtung bedient und glauben, dieselbe empfehlen zu können. Zwei kleine rechtwinklig auf die Fläche gebogene Stücken Zinkblech, je von einem Träger oder auch beide von einem Träger mit isolirten Klemmen getragen, ersetzen die Zinkgefässe; die amalgamirte Oberfläche, so weit sie mit der Zinklösung in Berührung kommen soll, braucht nur wenige Quadratcentimeter zu betragen. Die horizontalen

Theile der Bleche werden mit einem dünnen Bausch von Filtrir papier bedeckt, der mit Zinkvitriollösung getränkt ist; den Bausch ersetzt vortheilhaft ein dünnes Scheibchen von einem aus Löschpapier bestehenden Zeichenwischer, welches gut aufliegt, öfters gebraucht werden kann. Zur Trennung des thierischen Theiles von der Zinklösung muss, wie immer, Eiweiss gebraucht werden. Anfangs suspendirten wir das Eiweiss auch in Papier oder Scheiben vom Zeichenwischer. Dann aber fanden wir es besser, kleine sehr schmale Glasringe auf der einen Seite mit Goldschlägerhäutchen zu verschliessen, so dass kleine sehr flache Schälchen mit Boden von Goldschlägerhaut hergestellt waren. Der freie Rand des Glasringes ist von Aussen nach Innen schräg angeschliffen (die Ringe werden durch Bohren hergestellt), so dass das in die Schälchen gefüllte geschlagene Eiweiss die obere Fläche bis zum äussersten Rande bildet. Diese 1—1,5 Mm. hohen Schälchen werden auf die Zinkvitriolbäusche gesetzt. Die freie Oberfläche des Eiweisses wird dann mit einem Deckplättchen bedeckt, welches nur an den gegenüberliegenden Punkten des Umfanges der Schälchen ein kleines Segment der Oberfläche unbedeckt lässt. Man hat darauf zu achten, dass die Oberfläche des Deckblättchens trocken bleibt, kein Eiweiss überquillt, was leicht zu erreichen ist. Der thierische Theil kann nun durch jene unbedeckt bleibenden Stellen des Eiweisses sehr genau von bestimmten Punkten abgeleitet werden, während er im Uebrigen auf den Deckplättchen aufliegt. Es versteht sich, dass die das Ganze tragenden Stative in verschiedenem Sinne beweglich sind, so dass die Eiweissschälchen in verschiedene Lage zu einander, je nach der Form und Grösse der thierischen Theile und je nach der Lage der abgeleiteten Punkte gebracht werden können. Das Eiweiss coagulirt am Boden der Schälchen nach einiger Zeit in Folge der Diffusion der Zinklösung. Dieses Coagulum bildet dann eine dünne weiche Schicht auf dem Goldschlägerhäutchen, welche weder rasch wächst noch die Leitung beeinträchtigt. Bei länger dauernden Versuchsreihen muss man natürlich Sorge tragen, dass der Zinkvitriolbausch nicht trocken wird, je nach Umständen kann man dies verhüten durch Anbringung eines Tropfens Zinkvitriollösung oder, wenn das zu unsicher erscheint, durch Anbringung einer constanten Zufuhr mittelst eines in Zinklösung tauchenden Baumwollenfadens (Theil eines Dochtes). Nach dem Gebrauch reinigt man die Eiweissschälchen mit einem feinen Pinsel, dann können dieselben ohne Erneuerung des Goldschlägerhäutchens lange Zeit gebraucht werden. — Die kleinen amalgamirten Zinkbleche

findet man zwar in der Regel zu Anfang nicht ganz gleichartig, besonders an jenem empfindlichen Galvanometer; bei Schliessung aber mittelst Zinklösung stellt sich die Gleichartigkeit bald her*).

*) Herr Inspector Meyerstein liefert ein Elektro-Galvanometer, wie oben beschrieben, in bekannter vortrefflicher Ausführung für den Preis von 56 Thalern. Der Preis eines Fernrohrs, wie das in Fig. 6 abgebildete, mit Fadenkreuz und Skala, welches noch so manche andere Anwendung finden kann, beträgt 40 Thaler. Im Nothfall könnten die Beobachtungen am Galvanometer auch ohne Fernrohr in der oben angegebenen Art angestellt werden. Meissner.

Ueber Microcephalie.

Von

Dr. Fr. W. Theile.

(Hierzu Taf. X. XI.)

Herr Medicinalrath Wedel in Jena hatte die Freundlichkeit, den sorgfältig mundirten knöchernen Kopf und das unverletzte Gehirn eines 26jährigen, in der Umgegend von Jena geborenen und gestorbenen männlichen Individuums mir zur Untersuchung zu überlassen, und zugleich einige Notizen über dessen Lebensverhältnisse beizufügen.

Das Individuum mass vom Scheitel bis zur Fusssohle 61 Zoll rh.; die Schulterbreite betrug 13 Zoll. Die Gestalt des Gesichts und des ganzen Kopfs erinnerten auffallend an die vor einigen Jahren zur Schau herumgeführten sogenannten Aztekenkinder. Das Haupthaar war wollig und blond; auch an der Oberlippe zeigte sich wolliges Haar, gleichwie an den ziemlich entwickelten Geschlechtstheilen. Die vorstehenden Augen waren in den letzten Jahren cataractös geworden.

Das Individuum entstammte gesunden Eltern, von denen noch mehrere geistig und körperlich gesunde Kinder gezeugt worden sind. Die Mutter indessen soll zwei blödsinnige Geschwister gehabt haben, die im Alter von etwa 40 Jahren starben. Erst mit dem fünften Jahre lernte der Knabe stehen und gehen; der Gang war ein trippelnder. Er stiess unarticulirte Töne aus, wenn er in Erregung kam oder ein Begehren zu erkennen geben wollte; nur das Wort „Mutter" soll er ziemlich deutlich ausgesprochen haben. Löffel, Messer und Gabel lernte er nicht handhaben; er nahm die Speisen, nach dem Ausdrucke der Eltern, wie mit einem Katzenpfötchen. Deshalb sass er auch nicht mit am Familientische. Kuchen unterschied er vom Brode, und er warf letzteres weg, wenn er bei Anderen Kuchen sah.

Bei bevorstehenden Witterungsveränderungen soll er gewöhnlich eigenthümlich kreischende Töne ausgestossen oder sich in einem krankhaften Zustande befunden haben, wobei er namentlich häufig nach dem Kopfe griff. — Geschlechtliche Regungen wurden niemals bemerkt.

Da der Knabe die Stuhl- und Harnentleerung nicht beherrschte, so wurde er stets in weibliche Kleider gesteckt, die er zwar ausziehen konnte, aber nicht anzuziehen verstand. In dieser Kleidung sah man ihn wohl unter der Dorfjugend, etwa nach Art eines Hausthieres, das sich an die Menschen gewöhnt hat; denn an den Spielen der Kinder konnte er nicht Theil nehmen. Späterhin wurden übrigens die Eltern verwarnt, das affenartig aussehende Individuum nicht im Dorfe herum laufen zu lassen.

Eine volltändige auf alle drei Körperhöhlen ausgedehnte Section des an chronischer Meningitis verstorbenen Individuums war nicht zulässig. Das auf gewöhnliche Weise (unter Zurücklassung der Hypophysis) aus dem Schädel genommene und noch von Arachnoidea und Pia mater umhüllte Gehirn wog im frischen Zustande 10 1/4 Unzen preuss. Med. Gew.

Ich gebe im Nachfolgenden die Beschreibung des Kopfes sowohl als des Gehirns; zum Schlusse aber werde ich noch kurz andere Beobachtungen von Microcephalie mit der meinigen vergleichend zusammenstellen.

Der knöcherne Kopf.

Für dessen Beschreibung und seine Vergleichung mit normal gebildeten ist es wünschenswerth, von einer bestimmten Normalstellung auszugehen. Für den aufrecht stehenden Menschen ist diese Normalstellung wohl am besten hergestellt, wenn eine vom Lumen des Gehörgangs aus über den Boden der Nasenhöhle, oder eigentlich über den vorderen unteren etwas vorspringenden Nasenhöhlenrand streichende Ebene der Horizontalebene parallel liegt. Genauer würde die Bestimmung dahin lauten, es solle der Kopf in der Normalstellung so gerichtet sein, dass die Ebene des harten Gaumens oder die Ebene des Nasenbodens mit der Horizontalebene sich in Parallelismus befindet. Nur sind diese beiden Ebenen am knöchernen Kopfe, der nicht senkrecht halbirt ist, verdeckt, während die ersterwähnte Ebene uns ohne alle Vorbereitung entgegen tritt, und deshalb lege ich diese der Normalstellung zu Grunde.

Auch will ich gleich eine andere Bemerkung vorausschicken. Die mehrfachen Messungen, die von mir an dem microcepha-

lischen Kopfe ausgeführt wurden, mussten mit den Massen normaler Schädel in Vergleich gestellt werden. Für mehrere Abschnitte und Dimensionen konnte ich Mittelwerthe herbeiziehen, die einer Reihe normaler Schädel entnommen sind; indessen habe ich auch Messungen vorgenommen, für die mir keine solchen Mittelwerthe zu Gebote standen. Der nämliche Schädel eines erwachsenen Mannes aus einer kleinen Sammlung wurde für alle derartige Messungen zur vergleichenden Controle benutzt, und ihn habe ich daher schlechthin als Normalschädel bezeichnet, ohne natürlich damit behaupten zu wollen, dass die an ihm erhaltenen Werthe wirkliche Mittelwerthe sind.

Der gehörig mundirte und vollständige knöcherne Kopf, den ich in Fig. 1 in der Profilansicht in natürlicher Grösse abgebildet habe, wiegt 14 Loth 5 Quent. oder genau $^{29}/_{60}$ Pfd. Zollgewicht. Die einfache Betrachtung dieser Figur lässt schon Folgendes erkennen:

a) Es ist ein durch absolute Kleinheit ausgezeichneter, also ein microcephalischer Kopf. Derselbe gehört einem 26jährigen Individuum von mittlerer Körpergrösse, und sein Diagonaldurchmesser von der Kinnhervorragung bis zur stärksten Hervorragung am Hinterhauptbeine beträgt nur 19 Cm., statt 24,3 Cm. am Normalschädel. Dabei ist freilich noch zu bemerken, dass streng genommen der Diagonaldurchmesser dieses Kopfes zwischen den freien Rändern der mittleren oberen Schneidezähne und der stärksten Vorragung des Hinterhauptsbeins befindlich ist, wodurch derselbe vielleicht um $^{1}/_{2}$ Cm. länger wird.

b) Der eigentliche Schädel sowohl wie das Gesicht betheiligen sich an dieser Grössenverminderung, der Schädel indessen in weit höherem Masse. Denn in der Profilansicht haben diese beiden Abschnitte etwa die gleiche Flächenausdehnung, während an einem normalen knöchernen Kopfe der Schädeltheil etwa doppelt so gross erscheint als der Gesichtstheil.

c) Der Gesichtstheil ist durch Prognathismus ausgezeichnet, dessen Entstehen sich zum Theil wenigstens so auffassen lässt, dass die an normaler Stelle mit der Schädelbasis verbundenen Gesichtsknochen in einfacher hebelartiger Bewegung nach vorn geschoben wurden, wodurch ihre unteren Enden weiter nach vorn zu liegen kommen. In der That lehrt die Profilansicht des in normaler Stellung befindlichen Kopfs: dass der untere Augenhöhlenrand den oberen vielleicht um 1 Cm. nach vorn überragt, während am Normalschädel der obere Rand der vorspringende ist; dass die Crista lacrymalis von oben nach unten,

zugleich aber auch etwas nach vorn herabsteigt, statt nach hinten; dass eine von der Spitze des Processus nasalis maxillae superioris ausgehende Verticale auf die Conjugate der hinteren Backzähne trifft, statt auf die Conjugate der Hundszähne; dass in der Richtung der Nasenbeine und der oberen Schneidezähne jene Verschiebung deutlich ausgesprochen ist, und nicht minder in der Richtung des Processus pterygoideus, womit der Ramus perpendicularis ossis palatini und der Vomer ihrerseits harmoniren. Selbst am Jochbeine lässt sich das erwähnte Verhalten noch erkennen, insofern die Spitze seines Processus frontalis die zumeist nach hinten liegende Partie des äusseren Augenhöhlenrandes ist. — In der unteren Gesichtshälfte, am Unterkiefer nämlich, betheiligt sich die Pars alveolaris am Prognathismus, aber in umgekehrter Richtung wie am Oberkiefer: die unteren Schneidezähne sind von der Wurzel aus nach oben und vorn gerichtet, statt nach oben und hinten. Es bilden daher die vorderen zahntragenden Theile beider Kiefer die am meisten nach vorn ragende Partie des Gesichts und das eigentliche Kinn wird vom Oberkiefer nach vorn überragt.

Der in gewöhnlicher Weise genommene Gesichtswinkel beträgt nur etwa $53\frac{1}{2}^0$.

So sehr nun auch die Profilansicht durch alle diese Momente an die thierische Bildung erinnert, so erhält sich doch der menschliche Typus in dem Kinne. Denn dieses springt immer noch als Mentum prominens vor, so dass sich eine Einschnürung zwischen ihm und der nach vorn umgeknickten Pars alveolaris bildet.

d) Der eigentliche Schädel bekommt dadurch den thierischen Typus, dass in der Stirngegend die Entwickelung nach vorn und nach oben auf unverkennbare Weise zurückgeblieben ist.

a) Eigentlicher Schädel.

An der Aussenfläche des eigentlichen Schädels zeigen sich mehrfach die Spuren eines abgelaufenen entzündlichen Processes, indem die Oberfläche nicht elfenbeinartig glatt erscheint, sondern mehr oder weniger rauh und von zahlreichen grösseren und kleineren Löchern durchbohrt. Diese osteoporotische Beschaffenheit findet sich an der verdickten Glabella und an der Pars supraorbitalis et zygomatica des Stirnbeins, von wo aus sie beiderseits bis zur Kranznaht hinaufreicht, die kammartig vorspringende verwachsene Stirnnaht frei lassend. Am Temporalrande der Pars zygomatica ist es zur Bildung mehrfacher kleiner Knochenstacheln gekommen. Eben so zeigt der über der Linea semicircularis superior gelegene Theil der Hinterhauptsschuppe

ein siebförmig durchlöchertes Aussehen. An der Innenfläche des Schädels finden sich am Stirntheile des Stirnbeins, an dessen beiden Partes orbitales und an der oberen Fläche des Keilbeinkörpers bis zu den Foramina optica hin, ferner am Boden der mittleren Schädelgrube, beiderseits nach aussen von den Foramina rotunda et ovalia, sodann am seitlichen und hinteren Umfange der hinteren Schädelgrube, endlich zu beiden Seiten der Pfeilnaht Spuren von Entzündung, die theils schon vor längerer Zeit, theils erst in neuerer Zeit abgelaufen zu sein scheint.

Der durch den gewöhnlichen Horizontalschnitt geöffnete Schädel zeigt 3—4 Mm. dicke Wandungen. Nur oberhalb und hinter den Processus mastoidei erreichen die Knochen eine Dicke von 5—6 Mm. Die Tabula interna ist überall blattartig dünn, desgleichen auch die Tabula externa, mit Ausnahme des Stirn- und Hinterhauptsbeins, wo sie etwas dicker ist. Die reich entwickelte Diploe ist ziemlich grosszellig.

Die Kranz- und Pfeilnaht sind in der ganzen Ausdehnung vollkommen beweglich; ebenso die Lambdanaht, mit Ausnahme einer kleinen Strecke am unteren Ende des linken Schenkels. An der Aussenfläche des Schädels sind alle diese Nähte zahn- und sägeförmig gestaltet, an der Innenfläche dagegen legen sich die Knochen harmonieartig an einander. Die Pfeilnaht hat übrigens keinen geradlinigen Verlauf. Von der Kranznaht aus verläuft sie in der Länge eines Centimeters auf der rechten Seite, dann wendet sie sich rasch nach der linken Seite, und verläuft, einen nach rechts gewölbten Bogen bildend, nach hinten, so dass ihr Ende und die kleine Fontanelle entschieden auf der linken Seite liegen. Die übrigen Nähte zwischen den Schädelknochen und zwischen den Schädel- und Gesichtsknochen sind auch noch unverwachsen, mit alleiniger Ausnahme der Sutura squamosa, die auf beiden Seiten so vollständig verwachsen ist, dass weder auf der Aussen- noch auf der Innenfläche eine Spur derselben wahrzunehmen ist. An der Schädelbasis ist die Sutura spheno-orbitalis noch durchaus unverwachsen. Der Keilbeinkörper und die Pars basilaris sind in der Schädelhöhle vollständig synostotisch verbunden; an der unteren Fläche zeigt sich aber noch ein deutlicher querliegender Spalt zwischen beiden Knochen, der ohne Zweifel im frischen Zustande noch einen Rest des Sphenobasilarknorpels enthielt.

In der Schädelhöhle werden im Allgemeinen die scharfkantigen Bildungen vermisst, welche den Schädel des Erwachsenen charakterisiren. Die Crista galli, die Alae parvae des Keilbeins haben etwas Abgerundetes und Kolbiges; dabei

reichen auch die letzteren nicht bis zur Seitenfläche des Schädels, und so ist der scharfrandige Vorsprung, wodurch die vordere und mittlere Schädelgrube getrennt werden, sehr unvollständig ausgebildet. Statt der Crista frontalis interna zeigt sich ein schwacher Sulcus frontalis. Der scharfrandige Vorsprung zwischen Felsenbein und Zitzentheil, der sich dachförmig über den Sinus transversus herlegt, fehlt gänzlich. Von der Eminentia cruciata der Hinterhauptsschuppe sind nur die beiden seitlichen und der obere Schenkel als plumpe Wülste vorhanden, jedoch ohne Spur eines Sulcus, und der untere Schenkel fehlt gänzlich. Am Felsenbeine ist die obere, den Sinus petrosus superior stützende Kante nicht scharfkantig, sondern abgerundet, und die vordere und hintere Pyramidenfläche treffen hier unter einem stumpfen, statt unter spitzem Winkel zusammen; dem Canalis semicircularis superior entsprechend findet sich auf der vorderen Felsenbeinfläche ein starker wulstförmiger Vorsprung. Die Impressiones digitatae und die Juga cerebralia treten nirgends scharf hervor, ja an den Partes orbitales, wo man sie an Normalschädeln besonders gut ausgebildet findet, zeigen sich kaum Andeutungen davon. Die Sulci meningei haben zwar die gewöhnliche Tiefe; ihre Begrenzungsränder aber sind im Ganzen mehr abgerundet als scharfkantig. Durch alles dieses bekommt die Innenfläche entschiedene Aehnlichkeit mit dem kindlichen Schädel.

Die in Centimetern ausgedrückten Masse des Schädels habe ich an den von Virchow und Lucae gewählten Stellen genommen, und zur Vergleichung setze ich gleich die Masse bei, welche Lucae (Zur Architectur des Menschenschädels. 1857. Tab. I.) bei seinen Messungen von 17 normalen Menschenschädeln als Mittel gefunden hat:

	Microcephalus.	Normaler Schädel nach Lucae.
Längsumfang der Stirnnaht	7,2	13,0
„ „ Pfeilnaht	7,0	12,7
Hinterhauptslänge	7,4	12,4
Umfang des Schädeldaches von der Glabella an über Stirn- und Pfeilnaht und Hinterhauptsbein weg bis zum Foramen magnum	21,6	38,1
Längsdurchmesser von der Nasenwurzel zur Spitze der Hinterhauptsschuppe	12,0	18,0
Längsdurchmesser von der Glabella zur Protuberantia occip. ext.	13,8	18,2

	Microcephalus	Normaler Schädel nach Lucae.
Längsdurchmesser von der Nasenwurzel zum hintern Umfange des Foramen magnum	11,7	13,6
Querumfang der ganzen Kranznaht .	10,4	24,0
Umfang der rechten Lambdanaht . .	7,3	10,3
„ „ linken „ . .	6,1	10,1
Unterer frontaler Durchmesser oberhalb der Procc. zygomatici	4,8	10,2
Oberer frontaler Durchmesser zwischen den Tubera frontalia*)	3,8	6,2
Vorderer temporaler Durchmesser am obern Ende des Keilbeinflügels . .	7,4	12,0
Hinterer temporaler Durchmesser über dem Ohrloche	9,4	13,0
Unterer parietaler Durchmesser oberhalb der Mitte der Schuppennaht . .	9,0	14,2
Oberer parietaler Durchmesser an den Tubera parietalia	?**)	13,0
Occipitaler Durchmesser an der äussern Ecke der Hinterhauptsschuppe . .	8,5	11,7
Mastoidaler Durchmesser an der Spitze der Processus mastoidei	8,2	10,9
Höhendurchmesser vom hintern Umfange des For. magnum zur Aussenfläche der vordern Fontanelle . .	9,6	14,7
Höhendurchmesser vom vordern Umfange des For. magnum zum höchsten Punkte an der Aussenfläche des Scheitels	8,3	13,8
Diagonalumfang vom Ohrloche zur vorderen Fontanelle	10,4	16,0

Ich füge gleich noch ein Mass hinzu, wodurch der grösste Breitendurchmesser der Schädelbasis repräsentirt wird, nämlich die von beiden Unterkiefergelenken eingeschlossene Breite, wofür der Abstand zwischen den äussern Winkeln der Condyli beider Unterkiefer genommen werden kann. Dafür finde ich 9,2 Cm. beim Microcephalus, 11,2 Cm. am Normalschädel.

*) Dieses Mass ist für den Microcephalus im Ganzen ein willkürliches, weil die Tubera frontalia nicht zu erkennen sind.

**) Die Tubera parietalia sind an dem Microcephalus nicht zu erkennen.

Aus diesen Messungen lässt sich Folgendes über den näheren Antheil der Gehirnkapsel an der Microcephalie entnehmen.

a. Das Schädeldach ist in stärkerem Masse an der Microcephalie betheiligt als die Schädelbasis.

Für den Längsumfang des Schädeldachs (38,1 Cm. bei normalen Schädeln, 21,6 Cm. beim Microcephalus) ergiebt sich das Verhältniss = 1: 0,56. Berücksichtigen wir ferner die oberhalb der Schädelbasis gelegenen Querdurchmesser, so finden wir:

Vorderer temporaler Durchmesser (12,0 und 7,4) = 1: 0,71
Unterer parietaler Durchmesser . (14,2 und 9,0) = 1: 0,63
Occipitaler Durchmesser . . . (11,7 und 8,5) = 1: 0,72

Ueber die Höhe des Schädeldaches geben die vorstehenden Messungen keinen directen Aufschluss. Die Verhältnisse der Kranznaht (24,0 und 10,4) = 1: 0,43 und der gesammten Lambdanaht (20,4 und 13,4) = 1: 0,65 bestätigen aber zur Genüge die bedeutende Höhenabnahme, die sich in Fig. 1 ohne Weiteres dem Auge darstellt.

Andererseits haben wir für den Längsdurchmesser der Schädelbasis von der Nasenwurzel zum hinteren Umfange des For. magnum (13,6 und 11,7) den Werth = 1: 0,86, und für die grösste Breite der Schädelbasis (11,2 und 9,2) den Werth = 1: 0,82. Offenbar ist also die Schädelbasis in relativ geringerem Grade in der Entwickelung zurück geblieben.

b. Der vordere Schädel betheiligt sich in höherem Grade an der Microcephalie.

Wir haben nämlich im hinteren Schädel:

Occipitaler Durchmesser = 1: 0,72
Lambdanaht . . . . = 1: 0,65;

dagegen im vorderen Schädel:

Unterer frontaler Durchmesser (10,2 und 4,8) = 1: 0,47
Kranznaht . . . . . . (24,0 und 10,4) = 1: 0,43

Wenn hierin die Höhe und Breite beider Schädelabschnitte einen Ausdruck finden, so zeigt sich ausserdem an der Schädelbasis wenigstens ein ähnliches Verhältniss hinsichtlich der Länge, wenn man die Längen der Schädelwirbelkörper des Microcephalus mit den von Virchow (Untersuchungen über die Entwickelung des Schädelgrundes S. 21—38) gefundenen Mitteln für Normalschädel Erwachsener zusammen stellt:

	Microcephalus.	Mittel der Normalschädel.
Pars basilaris oss. occipitis . . .	2,5 C.	2,7 C.
Keilbeinkörper	3,1 C.	3,3 C.
Ethmoideum	2,0 C.	3,0 C.

Es ergiebt sich hieraus für die hinteren Schädelabschnitte das Verhältniss = 1: 0,92 und 1: 0,93, dagegen für den vorderen Schädelabschnitt das Verhältniss = 1: 0,66.

c. Der Körper und der Bogentheil der einzelnen Schädelwirbel betheiligen sich in gleichem Verhältniss an der Microcephalie.

Zur Begründung dieses Satzes habe ich noch Messungen an der Schädelbasis zu Hülfe genommen. Statt der wirklichen Schädelwirbelkörper benutzte ich aber die Nerven- und Gefässöffnungen, und fand:

	Normalschädel.	Microcephalus.
Distanz der Foramina condyloidea anteriora	2,8	2,4 = 1: 0,84
Distanz der Foramina lacera (am innern Rande ganz nach hinten gemessen)	4,4	4,0 = 1: 0,91
Distanz der Foramina auditoria interna (vom äusseren Rande an gemessen)	5,2	4,0 = 1: 0,77
Distanz der Schädelöffnungen der Canales carotici (oben u. innen am Keilbeinkörper gemessen)	1,7	1,4 = 1: 0,82
Distanz der Foramina ovalia (an der hintersten Spitze gemessen)	5,4	4,2 = 1: 0,77
Distanz der Foramina rotunda .	3,9	3,4 = 1: 0,87
Distanz der Foramina optica (vom äussern Rande an gemessen) .	2,7	1,3 = 1: 0,48
Grösste Breite der Vertiefung zwischen den Partes orbitales der Stirnbeine, zur Aufnahme der Lamina cribrosa	1,1	0,5 = 1: 0,45.

Die Foramina auditoria interna, in dem eingeschobenen Felsenbeine gelegen, haben nicht die nämliche Bedeutung für die Schädelbasis, wie die anderen Oeffnungen und Abstände; doch schliessen auch sie sich der allgemeinen Anordnung an. Die Differenz zwischen Normalschädel und Microcephalus schwankt nämlich für den mittleren und hinteren Wirbel zwischen 1: 0,91 bis 1: 0,77. Für die Querdurchmesser dieser Schädelabschnitte (occipitaler, unterer parietaler und vorderer temporaler) schwankt diese Differenz von 1: 0,73 bis zu 1: 0,63, und daran reiht sich das Verhältniss der Lambdanaht = 1: 0,65. Damit harmonirt es auch, dass die Pars basilaris an der Vereinigung mit dem Keilbeine am Normalschädel 2,3 Cm., am Microcephalus

1,8 Cm. Breite hat, woraus sich das Verhältniss = 1: 0,78 ergiebt.

Für den vorderen Schädelwirbel fanden wir das weit mehr differirende Verhältniss 1: 0,47 beim unteren frontalen Durchmesser, und 1: 0,43 bei der Kranznaht. Damit harmonirt aber wieder das Verhältniss der Distanz der Foramina optica = 1: 0,48, und das Verhältniss der grössten Breite der Lamina cribrosa = 1: 0,45.

d. Am Bogentheile der Schädelwirbel sind die medianen, zur Schliessung des Bogens beitragenden Partien stärker an der Microcephalie betheiligt, als die lateralen Partien.

Dieser Satz scheint mir wenigstens für den Scheitelwirbel nachweisbar. Messe ich nämlich an meinem Normalschädel die Curve von der Wurzel des Processus zygomaticus ossis temporum über das Planum temporale und den Scheitel weg bis zum nämlichen Punkte der anderen Seite, so erhalte ich 34 Cent. und davon kommen auf die eigentliche Scheitelbreite zwischen den beiden Lineae semicirculares laterales 14,5 C., mithin auf die beiden Plana temporalia 19,5 C. Demnach verhalten sich die Seitentheile zum mittleren Abschnitte = 1: 0,74. Beim Microcephalus dagegen finde ich 13,8 C. für die beiden Plana temporalia und nur 5,5 C. für die eigentliche Scheitelbreite, also das Verhältniss = 1: 0,39.

Die Nerven- und Gefässöffnungen an der Schädelbasis stehen im Allgemeinen jenen des Normalschädels an Grösse nach. Namentlich finde ich:

	Microcephalus.	Normalschädel.
Durchmesser des For. opticum . .	0,3	0,4
,, ,, ,, rotundum .	0,2	0,25
Längsdurchm. des For. ovale . .	0,57	0,66
Eingang des Canalis caroticus . .	0,4	0,5

Die Foramina lacera erreichen wohl auch kaum das Mittel normaler Schädel, doch lässt sich für diese nicht leicht ein bestimmtes Mass angeben. Dagegen ist das Foramen magnum mit 3,5 C. Länge und 2,7 C. grösster Breite nicht verkleinert, und die Foramina auditoria interna sind sogar absolut grösser: sie haben am Microcephalus 0,42 C. Durchmesser, am Normalschädel aber nur 0,22 C.

Der Winkel zwischen Pars basilaris und Keilbeinkörper an der Synostosis spheno-basilaris zeigt keine Abweichung vom Normalschädel.

Ueber die einzelnen Schädelknochen habe ich nun noch einige Bemerkungen beizufügen.

Hinterhauptsbein. Die Schuppe zeigt an der ganzen Innenfläche und aussen an der oberhalb der Linea semicircularis superior gelegenen als Pars interparietalis zu bezeichnenden Partie deutliche Entzündungsspuren; nur die für den Ansatz der Nackenmuskeln bestimmte Strecke ist mit einer Tabula eburnea bedeckt. An der Aussenfläche der Schuppe ist die Linea semicircularis superior nur schwach entwickelt, die Linea semicirc. inferior dagegen tritt kammartig hervor. Eine Protuberantia occipitalis externa ist gar nicht zu unterscheiden. Die Crista occipitalis ist nur in der unteren Hälfte vorhanden, liegt aber nicht genau sagittal, sondern ihr oberes Ende verbindet sich mit der rechten Hälfte der Linea semicircularis inferior. Dass auf der Innenfläche der Schuppe der untere Schenkel der Linea cruciata fehlt, die drei anderen Schenkel aber nur als plumpe Wülste ohne Furchen hervortreten, habe ich bereits oben angeführt. Die Condyli occipitales sind stark vorspringend und ihr Längsdurchmesser beträgt 2,7 C. Rechts fehlt der Canalis condyloideus posterior.

Die Gesammtbildung des Hinterhauptsbeins erfährt dadurch eine wesentliche Veränderung, dass der Knochen von den Gelenktheilen aus gleichsam nach oben umgeknickt ist und eine aufsteigende Richtung annimmt, und dass die hinter dem Foramen magnum gelegene Partie statt einer gleichmässigen Wölbung eine starke Abflachung zeigt. Der ganze Knochen bekommt dadurch den thierischen Typus. Am normalen Schädel, der sich in der Normalstellung befindet, liegt der hintere Rand des Foramen magnum tiefer als der vordere, und seine Längsaxe schneidet die durch das For. auditorium und den Boden der Nasenhöhle gelegte Ebene etwa am hinteren Ende der Nasenhöhle. Bei dem normal gestellten Microcephalus dagegen liegt die den vorderen und hinteren Rand des For. magnum bestreichende Ebene dem Horizonte parallel und sie bildet mit der Innenfläche der Pars basilaris einen Winkel von $115^1/_2{}^0$, statt $133^1/_2{}^0$ am Normalschädel. In Folge dieser veränderten Neigung der Ebene des Hinterhauptlochs bekommt nun beim Microcephalus die Schuppe sogleich vom Foramen magnum aus eine aufsteigende Richtung: bei ihm liegt die Linea semicircularis superior 3,5 C. oberhalb des hinteren Randes des Foramen magnum, während dieselbe am Normalschädel etwa in gleicher Höhe mit dem vorderen Rande des For. magnum liegt, also nur wenig über den hinteren Rand erhoben ist. Das hat aber weiter zur Folge, dass die Pars interparietalis der Hinterhauptsschuppe beim Microcephalus sogleich von der Linea semicircularis superior aus die Nei-

gung nach vorn bekommt, wodurch die Spitze der Hinterhauptsschuppe oder die kleine Fontanelle sich der auf dem hinteren Umfange des For. magnum errichteten Vertikalen bis auf 1 C. nähert, während dieselbe am Normalschädel 7 C. davon entfernt bleibt, und dass die stärkste Hervorragung des Hinterhauptsbeins beim Microcephalus nur 2 C. hinter jene Vertikale zurückweicht, statt 7,1 C. am Normalschädel. Man ersieht hieraus ohne Mühe, in wie hohem Grade diese Formation des Hinterhauptsbeins zur Verkürzung des Schädels beitragen muss.

Keilbein. Die verschiedenen Theile desselben zeigen eine gleichmässige, der Grösse des Schädels entsprechende Entwickelung, mit Ausnahme des vordersten Theils, wo die Foramina optica, wie oben erwähnt, einander so sehr genähert sind, der zwischenliegende Theil des Körpers daher verschmälert wird. Die geringe seitliche Ausbreitung der Alae parvae, deren ich schon vorhin gedachte, könnte man vielleicht hieraus ableiten wollen, da sie ja mit ihren Wurzeln die Foramina optica umgeben, also einander in auffallender Weise genähert sind. Sie sind aber wirklich in der Querrichtung verkürzt, was um so mehr in die Augen fällt, wenn man die Stellung ihrer hinteren Spitzen, der sogenannten Processus clinoidei anteriores berücksichtigt. Diese nämlich, welche am Normalschädel convergiren und gleichweit von einander abstehen, wie die Foramina optica, sind beim Microcephalus einfach nach hinten gerichtet und ihr gegenseitiger Abstand harmonirt mit der hinteren Partie des Keilbeinkörpers.

Die Processus pterygoidei erinnern durch ihre Richtung an den kindlichen Bildungstypus. Die Laminae internae nämlich steigen nicht einander parallel von oben nach unten herab, sondern etwas divergirend, so dass sie am Hamulus pterygoideus wenigstens um 0,3 C. weiter von einander abstehen.

Von der Nasenhöhle aus lässt sich die Sonde etwa 0,5 C. tief in einen Sinus sphenoidalis einschieben.

Stirnbein. An diesem zeigen sich, mit Ausnahme der Orbitalflächen und der zum Planum temporale gehörigen Flächen überall Spuren stattgefundener Entzündung, am stärksten ausgeprägt jedoch an der Glabella und längs des Oberaugenhöhlenrandes bis zum Processus zygomaticus. An der Stelle der Stirnnaht findet sich eine schwach nach aussen vorspringende Erhebung und nach innen fehlt die Crista frontalis; doch ist an der Glabella noch eine Spur der Stirnnaht zu erkennen. Tubera frontalia sind nicht wahrzunehmen. Das Augenhöhlen-

dach und die Facies frontalis liegen vom Oberaugenhöhlenrande aus in einer Länge von mehr denn 1 Centimeter einander fast parallel, und dann erst erhebt sich die eigentliche Pars frontalis. Man kann daher füglich eine besondere Pars supraorbitalis neben der eigentlichen Pars frontalis unterscheiden, die durch eine in der Profilansicht des Schädels sichtbare Ausschweifung von einander getrennt sind. Natürlich ist das vordere Ende der Schädelhöhle dadurch weiter nach hinten gerückt, bis zum vorderen Ende der Crista galli oder bis zur Mitte des Augenhöhlendaches hin. Die Pars frontalis ist aber nicht blos weiter nach hinten gerückt, sondern auch gleich vom Ursprunge an gleichsam nach hinten umgeknickt, was sich ebensowohl an der Aussenfläche wie an der Innenfläche des Stirnbeins zu erkennen giebt. An der Innenfläche namentlich vereinigen sich die Pars orbitalis und die Pars frontalis noch nicht einmal unter einem rechten Winkel, während diese Vereinigung am Normalschädel unter einem Winkel von 115 bis 120° erfolgt.

Durch das Zurückdrängen der Pars frontalis erfährt natürlich die Pars orbitalis, von der Schädelhöhle aus betrachtet, eine Verkürzung.

Der Processus zygomaticus ist verhältnissmässig dick, biegt sich aber nur wenig nach abwärts und deshalb bildet sich keine gehörig vertiefte Fossa lacrymalis für die Thränendrüse.

Ein Sinus frontalis kann nach der ganzen Anordnung des Stirnbeins höchstens nur rudimentär vorhanden sein.

Aus allem ersieht man aber leicht, dass das Stirnbein in gleicher Weise wie das Hinterhauptbein zur Verkürzung des Schädels beiträgt, nicht minder aber auch zu dessen Erniedrigung und Verschmälerung.

Scheitelbein. Ein Tuber parietale ist nicht zu erkennen. Die beiden Scheitelbeine bilden kein gleichmässig gewölbtes, auf der Höhe des Scheitels der geraden Ebene genähertes Planum parietale, sondern sie stellen eher eine dachförmige Fläche dar, indem die Pfeilnaht als First hervorragt. Der thierische Typus prägt sich in dieser Bildung um so anschaulicher aus, da auch das Stirnbein durch den der Stirnnaht entsprechenden Vorsprung daran Theil nimmt, und da, wie früher bemerkt, das eigentliche Planum parietale gegen das Planum temporale im Nachtheile ist.

Die Länge des Scheitelbeins von der Kranznaht zur Lambdanaht, an der Linea semicircularis lateralis hin gemessen, beträgt 7,5 C., die Breite von der Pfeilnaht bis zum obern Rande der verwachsenen Schuppennaht 6,2 C. Demnach ver-

hält sich die Länge zur Breite = 1: 0,82. Am Normalschädel (12 C. Länge und 11,1 C. Breite) erhalte ich dagegen das Verhältniss = 1: 0,92. Hieraus folgt aber, dass beim Microcephalus die Verkleinerung des Scheitelbeins in der Querrichtung bedeutender ist als in der Längsrichtung.

Siebbein. Ich erwähnte bereits, dass für die Lamina cribrosa nur ein sehr schmaler Raum zwischen beiden Orbitaltheilen des Stirnbeins übrig bleibt, der nach vorn hin durch die in der ganzen Länge sehr dicke Crista galli bis zur Berührung erfüllt wird. Auch der bedeutenden Verkürzung der Lamina cribrosa habe ich weiter oben gedacht. Während aber die obere dem Schädel angehörige Partie des Siebbeins durch Verschmälerung und Verkürzung sich auszeichnet, erscheint der zum Gesichte gehörige Abschnitt des Knochens relativ breiter und länger. Die zunehmende Breite giebt sich an der Stellung der Laminae papyraceae kund, die schon im vorderen Theile divergirend von oben nach unten herabsteigen. Die zunehmende Länge aber erhellt aus der bedeutenden Länge der Nasenhöhle, wofür ich bei Betrachtung des Gesichtes die Beweise beibringen werde.

Schläfenbein. Die Incisura mastoidea ist sehr tief eindringend, und deshalb springt der Processus mastoideus bedeutend vor. Die Schuppe ist mit dem Scheitelbeine auf's Vollständigste verwachsen; gleichwohl aber zeigen sich an dieser Synostose weder auf der Aussen- noch auf der Innenfläche Spuren vorausgegangener Entzündung, die doch sonst so verbreitet am Schädel vorkommen.

Die beiden Pyramiden haben keine ganz symmetrische Stellung: die Basis der rechten Pyramide liegt weiter nach vorn, und ihre Axe trifft auf die Medianebene unter einem Winkel, der sich hier einem rechten mehr nähert, als auf der linken Seite. Von der Schädelhöhle aus betrachtet erscheinen die Pyramiden gleichsam mehr abgeflacht, indem die vordere und hintere Fläche sich stumpfwinklig vereinigen. Das Foramen auditorium internum ist sogar weiter als am Normalschädel. Der Processus styloideus ist synostotisch mit der Pyramide verbunden; auf der linken Seite ist er aber sehr niedrig und am freien Ende noch mit Knorpelresten versehen. Der Boden und die vordere Wand des Gehörgangs verlaufen fast geradlinigt von aussen nach innen, statt eine nach innen vorspringende Wölbung zu bilden.

Ueber den Antheil der einzelnen Schädelknochen an der Microcephalie kann die Messung der Aussenfläche des Schädeldaches Aufschluss geben. Ich habe mich hierbei an die von

Huschke (Schädel, Hirn und Seele. S. 29—43) angenommenen Normen gehalten, und stelle die Ergebnisse gleich mit Huschke's Messungen am 31jährigen Microcephalus aus der Göttinger Sammlung zusammen, wobei ich die in die procentische Berechnung eingeschlichenen Irrthümer Huschke's verbessert habe. Es kommen nämlich in Quadratmillimetern auf die Flächen von:

	Mein Microc.	Götting. Microc.
1) Stirntheil des Stirnbeins, soweit er zur Deckung des Gehirns beiträgt, also mit Vernachlässigung des Oberaugenhöhlentheils	2420 = 10,4	1898 = 10,1
2) Beide Scheitelbeine	9960 = 42,6	8415 = 44,8
3) Beide Alae magnae sphenoidales	1200 = 5,1	968 = 5,1
4) Beide Squamae temporales .	3300 = 14,1	2240 = 11,9
5) Pars interparietalis der Hinterhauptsschuppe	1600 = 6,9	1500 = 8,0
6) Pars nuchalis der Hinterhauptsschuppe	4900 = 20,9	3770 = 20,1
	100,0	100,0

Wenn auch meine Messungen nicht auf grosse Genauigkeit Anspruch machen können, wovon die Schuld ebensowohl auf die vollständige Verwachsung der Schuppennaht und die hierdurch bedingte Unmöglichkeit einer genauen Abgrenzung von Scheitel- und Schläfenbein, als auf die Unvollkommenheit meines Messverfahrens fällt, so wird doch die entschieden gleichartige Vertheilung des äusseren Schädelareals in den beiden Microcephalis nicht wohl in Abrede gestellt werden können, obwohl dieses Areal am Göttinger Exemplare ziemlich um $^1/_5$ kleiner ist, als an dem meinigen. Diese procentische Uebereinstimmung ist aber um so bemerkenswerther, wenn man die Mittelwerthe damit vergleicht, welche Huschke (S. 32) für 31 normale Männerschädel gefunden hat, nämlich:

1) Stirntheil . . .	24,66
2) Scheitelbeine . .	48,40
3) Alae magnae . .	2,70
4) Squamae tempor. .	6,78
5) Pars interparietalis	7,63
6) Pars nuchalis . .	9,76

Einige der früher aufgestellten Sätze erhalten übrigens noch eine Bestätigung durch diese Messungen. Werden nämlich die den gewöhnlich angenommenen drei Schädelwirbeln entsprechenden Werthe zusammengerechnet, wobei ich für die beiden Microcephali das Mittel nehme, so erhalten wir:

	Microcephali.	Normalschädel.
Stirnwirbel .	10,25	24,66
Mittlerer Wirbel	61,80	57,88
Hinterer Wirbel	27,95	17,39

Man ersieht hieraus, dass das microcephalische Moment von hinten nach vorn im Zunehmen ist: auf den hinteren Wirbel trifft eine höchst ansehnliche relative Zunahme; am mittleren Wirbel besteht auch noch eine relative Zunahme, die indessen weit unbedeutender ist; am Stirnwirbel besteht absolute und relative bedeutende Verkleinerung.

Es lässt sich aber auch aus den vorstehenden Messungen entnehmen, dass die medialen am Schluss der Bogenhälften betheiligten Knochenpartien mehr zur Microcephalie beitragen, als die lateralen. Am mittleren Schädelwirbel nämlich trifft auf die Scheitelbeine ein geringerer Werth, nicht nur im Verhältniss zum Gesammtareal des Schädels, sondern ganz besonders noch im Verhältniss zur Schläfenbeinschuppe und zu den grossen Keilbeinflügeln, also den lateralen Theilen des Scheitelwirbelbogens. Der Hinterhauptswirbel aber erlangt seine relative Grösse im Verhältniss zum Gesammtareal entschieden durch die Pars nuchalis, d. h. durch die lateralen Partien, und die Pars interparietalis, die als medianes Schlussstück dieses Wirbels gelten kann, steht in einem entschieden ungünstigen Verhältnisse zur Pars nuchalis.

b. Gesicht.

Die Gesichtshöhe zwischen Nasenwurzel und Kinnrand beträgt 8,9 C., die grösste Breite aber zwischen den Arcus zygomatici 10 C. Da am Normalschädel die Höhe 12,2 C., die Breite 12,8 C. beträgt, so ergiebt sich für die Gesichtshöhe das Verhältniss = 1: 0,729, für die Gesichtsbreite das Verhältniss = 1: 0,78.

Alle Nähte der Gesichtsknochen sind erhalten, mit Ausnahme der Sutura intermaxillaris, von der sich auch nicht einmal eine Spur mehr erkennen lässt.

Entzündungsspuren wie am Schädel kommen im Gesichte nirgends vor.

Der Zahnwechsel ist gehörig von Statten gegangen, und am Oberkiefer sind die Weisheitszähne bereits durchgebrochen. Der linke erste Schneidezahn des Oberkiefers und einige hintere Backzähne des Unterkiefers sind seit längerer Zeit verloren gegangen, da die Alveolen sich bereits ausgefüllt haben. Die noch vorhandenen Zähne befinden sich im Ganzen in einem gesunden Zustande.

In der Gesammtformation des Gesichts tritt neben dem bereits erwähnten Prognathismus vor Allem eine grosse Verschmälerung des Septum interorbitale entgegen, wodurch der Eindruck des Affenartigen entsteht. Am Eingange in die Augenhöhle hat dieses Septum am Normalschädel 3 C. Breite, beim Microcephalus hingegen nur 1,5 C., woraus sich also das Verhältniss = 1: 0,5 ergiebt; ja in der Mitte der Augenhöhle beträgt diese Breite an der obern inneren Kante gewiss nicht über 1 Centimeter.

In mehrfacher Beziehung eigenthümliche Verhältnisse gewahrt man an den von den Gesichtsknochen umschlossenen Höhlen.

Mundhöhle. Die Höhe derselben vom vorderen Theile des Gaumengewölbes bis zum tiefststehenden Theile des Kinnrandes beträgt 6,9 C. am Normalschädel, 4,5 C. beim Microcephalus, wobei in beiden Fällen die gehörig entwickelten Alveolarfortsätze und Zahnreihen in die Messung einbegriffen sind. Daraus ergiebt sich also ein Verhältniss = 1: 0,65. Am Schädel eines Mädchens von 4 Jahren finde ich jene Höhe = 4,3 C. Das Kind und der Microcephalus stehen also einander ganz nahe.

Die Länge der Mundhöhle würde vom freien Rande der mittleren obern Schneidezähne bis zur Spina nasalis posterior zu rechnen sein, wenn nicht diese Messung wegen der starken Vorwärtsneigung des Alveolartheils und der Schneidezähne entschieden zu Gunsten des Microcephalus ausschlüge. Deshalb nahm ich lieber das Mass von der Spina nasalis anterior zur Spitze der Spina nasalis posterior, und zweitens mass ich noch die innere Mundhöhle durch eine Linie, die vom hinteren Umfange des Foramen incisivum ausgehend der Fläche des harten Gaumens parallel verläuft und eine auf der Spina nasalis posterior errichtete Vertikale trifft.

	Normalschädel.	Microceph.	Mädchen v. 4 J.
Von Spina nasalis anterior zur Spina nasalis poster.	5,1	5,4	4,0
Vom For. incisivum zu der auf der Spina nas. post. errichteten Verticalen .	3,7	4,0	2,8

Die Breite der Mundhöhle bestimmte ich auf doppelte Weise, nämlich vom Ursprunge eines Proc. zygomaticus maxillae superioris zu dem nämlichen Punkte der anderen Seite, und ausserdem noch durch Ermittelung der Breite des harten Gaumens in der Gegend der hinteren Backzähne.

	Normalschädel.	Microceph.	Mädchen v. 4 J.
Distanz der Procc. zygomatici maxill. sup. . . .	5,4	5,2	4,6
Breite des harten Gaumens	3,0	2,8	2,4

Aus diesen Zahlen ersieht man ohne Mühe, dass in Betreff der Mundhöhlenlänge der Microcephalus sogar das Uebergewicht vor dem Normalschädel hat, und die Mundhöhlenbreite (1 : 0,96 und 1: 0,93) nur in bescheidenem Masse zu Gunsten des Normalschädels sich gestaltet.

Der untere Theil der knöchernen Mundhöhle, welcher durch den Unterkiefer gebildet wird, nimmt ebenfalls an dieser Vergrösserung Theil, wozu namentlich die Umbiegung seines Alveolartheils nach vorn und aussen und die entsprechend geänderte Richtung der Zähne beiträgt. Als Länge der Unterkiefermundhöhle habe ich die Entfernung vom Rande der mittleren Schneidezähne bis zu der die hintersten Backzähne verbindenden Querlinie bestimmt, als Breite aber den Abstand der hintersten Backzähne an der Aussenfläche und an der Wurzel gemessen.

	Normalschädel.	Microceph.	Mädchen v. 4 J.
Länge der Unterkiefermundhöhle	5,4 C.	5,0 C.	4,0 C.
Breite der Unterkiefermundhöhle	6,6 C.	6,2 C.	5,4 C.

Das Verhältniss des Normalschädels zum Microcephalus ist demnach = 1: 0,92 und 1: 0,94.

Es liegt aber nahe genug, diese Verbreiterung und Verlängerung der Mundhöhle von der voluminösen Zunge abzuleiten, wofür die nähere Betrachtung der Kieferknochen selbst noch Anhaltspunkte bieten wird.

Nasenhöhle. Die Apertura pyriformis hat am Normalschädel 3,3 C. Höhe und an der Anheftung der unteren Muscheln 2,3 C. Breite. Die entsprechenden Werthe beim Microcephalus sind 2,9 C. und 2,0 C. Es ergiebt sich hieraus eine nur mässige Verkleinerung der Nasenöffnung bei sonst normaler Form derselben. Die frontale Ebene dieser Oeffnung, welche durch den oberen und unteren Rand gelegt wird, hat aber eine entschieden abweichende Richtung. Denn während diese Ebene am Normalschädel von oben nach unten und zugleich etwas nach hinten herabsteigt, ist sie beim Microcephalus von oben nach unten und zugleich nach vorn gerichtet. Es überragt nämlich die Spina nasalis anterior den Rand der Nasenbeine um 8 Millimeter nach vorn.

Die hinteren Nasenöffnungen zusammen genommen haben am Normalschädel 2,6 C. Höhe und Breite, beim Microcephalus 2,0 C. Höhe und nach unten 2,3 C. Breite. Die relative Verkleinerung ist also etwas merklicher als an der vorderen Oeffnung. Da aber die Processus pterygoidei im Herabsteigen divergiren, so gewinnen die hinteren Nasenöffnungen nach unten an Breite, und ausserdem macht sich die stärkere prognathische Neigung der Processus pterygoidei auch an der durch die hinteren Nasenöffnungen gelegten Frontalebene geltend.

Die Messung von der Nasenwurzel bis zum oberen hinteren Ende des Vomer ergiebt 7,7 C. am Normalschädel, und nur 6,1 C. am Microcephalus, also das Verhältniss = 1: 0,77. Für das Septum interorbitale, wie bereits erwähnt, stellte sich aber das Verhältniss = 1: 0,5 heraus.

Alles zusammen genommen kommt man nun zu dem Satze, dass die Nasenhöhle im obersten Theile nicht blos auffallend verschmälert, sondern auch sehr verkürzt ist, nach unten aber auffallend an Breite und Länge zunimmt, so dass die Verhältnisse des Normalschädels beinahe erreicht werden, wie die bei der Mundhöhle mitgetheilten Messungen am Oberkiefer lehren.

Augenhöhle. An der Basis oder am Eingange der Augenhöhle fand ich:

	Normalschädel.	Microcephalus.
Querdurchmesser . . .	3,7 C.	3,1 C.
Senkrechter Durchmesser	3,7 C.	3,2 C.

Die Augenhöhle des Microcephalus erscheint also hier absolut kleiner, in dem Verhältniss = 1: 0,86 bis 1: 0,83.

Die Tiefe der Augenhöhle oder die Länge der Augenhöhlenpyramide bestimmte ich durch Linien, die vom inneren Rande des Foramen opticum zur Mitte der Augenhöhlenränder gezogen wurden, und es fand sich:

	Normalschädel.	Microceph.
Oben vom For. opt. zum Supraorbitalrande	4,2	3,6
Innen vom For. opt. zur Crista lacrymalis	2,7	3,2
Unten vom For. opt. zum Infraorbitalrande	4,2	4,3
Aussen vom For. opt. zum äusseren Augenhöhlenrande	3,8	3,7

Die hier hervortretenden Unregelmässigkeiten finden ihre Erklärung in anderen schon besprochenen Verhältnissen des Gesichts und des Schädels. Die innere Wand ist beim Microcephalus absolut länger, als am Normalschädel, im Verhältniss = 1: 0,84, was sich auch nicht wesentlich ändert, wenn das Mass vom For. opticum zu dem weniger bestimmten inneren

Augenhöhlenrande genommen wird. Dies hängt mit der entschiedenen Länge der unteren Nasenhöhle und der oberen Mundhöhle zusammen. Auch an der unteren Wand macht sich dieser Einfluss noch geltend; dieselbe ist beim Microcephalus ebenfalls noch etwas länger. An der äusseren Wand bekommt der Normalschädel ein geringes Uebergewicht. Am Schädeldache endlich ist der Microcephalus entschieden verkürzt im Verhältniss = 1: 0,85, weil der Orbitaltheil des Stirnbeins, wie wir früher sahen, so auffallend zur Schädelverkürzung beiträgt.

Sonst machen sich noch folgende Formveränderungen an der Augenhöhle bemerklich: die Ebene der Augenhöhlenbasis ist in Folge der Verkürzung des Orbitaltheils nach rückwärts geneigt, so dass der Supraorbitalrand um 1 Cent. hinter den Infraorbitalrand zurückweicht, und die beiderseitigen Ebenen vereinigen sich nach innen und vorn unter einem weniger stumpfen Winkel, als am Normalschädel, weil an den medianen Gesichtstheilen der Prognathismus stärker hervortritt; die Fovea lacrymalis ist weit flacher; die innere Wand entfernt sich nach unten weit rascher von der vertikalen Richtung, weil die Nasenhöhle nach unten sich entschiedener verbreitert; die obere und innere Wand gehen nicht sanft gebogen in einander über, sondern vereinigen sich winklig, und zwar ziemlich rechtwinklig. Das letztgenannte Verhalten, verbunden mit der grossen Schmalheit des Septum interorbitale, verschafft dem oberen Gesichtstheile, von vorn angesehen, den Ausdruck des Affenartigen.

Was die einzelnen Gesichtsknochen betrifft, so zeigt die untere Muschel das normale Verhalten. Die Nasenbeine, die an der Wurzel sehr schmal sind, die Thränenbeine, welche nicht kleiner sind als am Normalschädel, der Pflugschaar zeigen die dem Prognathismus entsprechende Neigungsabänderung, nämlich eine Vorwärtsschiebung des von der Schädelbasis abgewandten Endes. Besonders auffallend aber ist dieser Prognathismus an den Gaumenbeinen. Die Lamina horizontalis liegt mehr nach vorn, weil die Lamina perpendicularis von oben nach unten und zugleich etwas nach vorn herabsteigt. Am Jochbeine steigt der Proc. frontalis nicht so weit nach oben, wie am Normalschädel.

Oberkiefer. Aus den bei Betrachtung der Mundhöhle angeführten Messungen erhellt, dass die Breite des Oberkiefers nur wenig von jener des Normalschädels differirt, seine Länge aber zum mindesten in keinem ungünstigeren Verhältnisse

stehen kann, da die Pars horizontalis des Gaumenbeins, die ja doch nur zum kleineren Theile zu der dort gemessenen Länge beiträgt, sich ungefähr gleich lang wie am Normalschädel zeigt. Mit andern Worten, der Oberkieferkörper hat in Länge und Breite ein relatives Uebergewicht vor den anderen Gesichtsknochen. Die Pars alveolaris ist dagegen auffallend niedriger als am Normalschädel, und dabei ist sie im hinteren Theile nach aussen, im vorderen Theile nach vorn geneigt. Die Folge hiervon ist eine veränderte Richtung der Zähne. An den Backzähnen nämlich sind die Kronen nach unten, zugleich aber auch etwas nach aussen gewendet; die im Zwischenkiefer sitzenden Zähne bekommen fast eine mittlere Stellung zwischen der senkrechten und horizontalen, und die gleiche Richtung haben auch die Canales incisivi. Diese Abweichungen der Alveolartheile dürfen aber um so bestimmter von der überall gegen die Peripherie andrängenden Zunge hergeleitet werden, als die wesentlichen Formveränderungen des Unterkiefers sich eben so natürlich von dem nämlichen Einflusse ableiten lassen.

Unterkiefer. Dieser ist im Ganzen zart gebaut und hat ein geringes Volumen. Wenn er sich gleichwohl der langen und breiten Mundhöhle accommodirt, so rührt dies davon her, dass sein Alveolartheil durch die grosse Zunge nach aussen und nach vorn gedrängt wurde. In Folge dieser Verschiebung zeigt sich eine Einschnürung zwischen dem Alveolartheile und dem Kinne, und die Richtung der Zähne ist eine abweichende geworden: die hinteren haben eine ziemlich senkrechte Stellung, statt von beiden Seiten nach aufwärts zu convergiren, und die vorderen gehen noch über die senkrechte Stellung hinaus, so dass ihre Kronen selbst weiter nach vorn liegen als die Wurzeln. Dazu kommt noch, dass die beiden Seitenhälften des Unterkiefers sich nach vorn nicht winkelartig vereinigen, sondern unter Bildung eines Arcus maxillaris, wie im kindlichen Alter. Dadurch gewinnt der an und für sich kleine Unterkiefer an Breite. Seine vordere oder Mentalfläche geht erst nach aussen vom Hundszahne in die Seitenfläche über, während dieser Uebergang am Normalschädel auf das Jugum alveolare des Hundszahnes trifft. Auch sind die Foramina mentalia 4,3 C. von einander abstehend, gegen 4,0 C. am Normalschädel, wobei allerdings der Umstand mit von Einfluss ist, dass diese Oeffnungen beim Microcephalus wirklich weiter auswärts als gewöhnlich ausmünden, nämlich schon im Bereiche des zweiten Backzahns.

Gehirn.

Das auf gewöhnliche Weise unter Hinterlassung der Hypophysis aus der Schädelhöhle genommene Gehirn hatte im frischen Zustande genau $10^1/_4$ Unzen Preuss. Med. Gewicht gewogen, oder 17 Loth $3^1/_2$ Quentchen Zollgewicht. Nachdem ich das während mehrerer Monate in starkem Weingeiste aufbewahrte Gehirn aus dem Glase genommen und fast eine halbe Stunde hatte liegen lassen, damit der eingedrungene Weingeist ablaufe, fand ich sein Gewicht = 14 Loth 3 Quentchen Zollgewicht. Diese bedeutende Gewichtsabnahme von 18 pCt. glaube ich von einer doppelten Ursache herleiten zu dürfen. Das Gehirn muss leichter werden, weil durch den Weingeist die fettigen Bestandtheile desselben ausgezogen werden, und nach der Beschaffenheit der Aufbewahrungsflüssigkeit glaube ich annehmen zu dürfen, dass sich das microcephalische Gehirn durch einen ungewöhnlichen Fettreichthum auszeichnete. Sodann wird die schwerere seröse Flüssigkeit in den erweiterten Seitenventrikeln durch die leichtere weingeistige Flüssigkeit ersetzt worden sein, und vielleicht waren auch diese Räume in Folge der Aufbewahrung bereits in freiere Communication mit der Oberfläche getreten, so dass sich ihr Inhalt theilweise entleert hatte, bevor das Gehirn auf die Wage kam.

Ungeachtet der sorgfältigen Behandlung des Gehirns war doch eine Verschiebung desselben zu Stande gekommen, die sich in der Abbildung der Basis in Fig. 3 ohne Weiteres zu erkennen giebt. Ich habe aber die Theile doch lieber so gegeben, wie sie sich wirklich darstellten, als dass ich sie vorher in die natürliche Lage zu bringen versucht hätte, was doch wohl nicht vollständig zu erreichen gewesen wäre.

Die Arachnoidea und Pia mater befanden sich an der Gehirnbasis überall im Zustande der Verdickung. Zu beiden Seiten der Medulla oblongata, da wo die Wurzeln des Glossopharyngeus und Vagus zusammen liegen, waren in der Tela chorioidea inferior die sogenannten Pacchionischen Drüsen stärker als gewöhnlich entwickelt, während die inneren Ränder der Hemisphären, an denen man zumal nach vorn hin diese Granulationen in besonderer Menge anzutreffen pflegt, frei davon erschienen. Uebrigens liess sich die Pia mater von der Oberfläche des Gehirns mit gleicher Leichtigkeit abheben, wie sonst an Weingeistpräparaten.

Eine Reihe von Messungen am unverletzten Gehirne habe ich in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Zur Vergleichung mit dem normalen Gehirne wurden aus der von

Valentin (Hirn- und Nervenlehre S. 232) über das Gehirn eines 28jährigen, 5′ 3″ 8‴ messenden Mannes aufgestellten Tabelle sogleich die entsprechenden Werthe beigefügt, unter Reduction des dort benutzten Pariser Masses auf Centimeter.

	Microceph.	Mann v. 28 J. n. Valentin.
Länge der Hemisphären von der Spitze des vorderen zur Spitze des hinteren Lappens	10,1 C.	19,62 C.
Grösste Breite der rechten Hemisphäre	5,4 -	18,27 -
Grösste Breite der linken Hemisphäre	4,6 -	
Grösste Höhe der Hemisphären . . .	5,5 -	7,89 -
Länge des Vorderlappens von der Spitze bis zum Chiasma	3,4 -	10,37 -
Grösste Breite des kleinen Gehirns .	7,0 -	9,47 -
Grösste Länge des kleinen Gehirns .	4,8 -	6,09 -
Grösste Höhe des kleinen Gehirns .	3,9 -	4,51 -
Länge der Brücke	1,5 -	3,15 -
Breite der Brücke	2,2 -	3,78 -
Breite des Hirnschenkels	0,8 -	1,80 -
Breite der Medulla oblongata	1,6 -	2,02 -
Breite der Medulla spinalis am oberen Ende	1,0 -	1,24 -
Dicke der Med. spinalis an der nämlichen Stelle	0,7 -	

Gehen wir von der Medulla spinalis aus, so verhält sich das normale Rückenmark zu jenem des Microcephalus in Betreff der Breite wie 1,24: 1,00 = 1: 0,80. Krause wie Arnold geben übrigens der obersten Partie des Rückenmarks nicht über 5 Linien (= 1,12 Cm.) Breite, wo sich dann jenes Verhältniss wie 1: 0,89 herausstellen würde. Da indessen die von Valentin nicht aufgenommene Dicke des Rückenmarks nach Krause 4 Linien (= 0,902 C.) beträgt, so dass sich im Vergleich mit dem Microcephalus das Verhältniss = 1: 0,77 ergiebt, so möchte das erstgenannte Breitenverhältniss 1: 0,80 wohl mehr für sich haben. In Berücksichtigung nun, dass die Körpergrösse des Microcephalen (61 Zoll rhein.) und des von Valentin gemessenen Mannes (5′ 3″ 8‴) nahe übereinstimmen, wird der Schluss nicht unberechtigt erscheinen, dass bei dem Microcephalen mit der Micrencephalie zugleich auch Micromyelie verbunden gewesen ist.

Nehmen wir ferner die Breite der Medulla spinalis als Einheit an, so erhalten wir für die Breiten nachbenannter Theile folgende Werthe:

	1) Medulla spin.	2) Medulla oblong.	3) Cerebellum.	4) Crus cerebri.	5) Hemisphaeria cerebri.
Valentin's Normalgehirn:	100	162	763	145	1473
Microcephalus:	100	160	700	80	1000

Wir ersehen hieraus, dass sich die Medulla oblongata beim Microcephalus noch genau an die Medulla spinalis anschliesst, und im Ganzen auch noch das Cerebellum, dass dagegen der das Rückenmark mit dem Grosshirne in Verbindung setzende Hirnschenkel eine höchst auffallende Verkümmerung erfahren hat, die sich, wenngleich weniger stark ausgesprochen, auch am ganzen Grosshirne kund giebt.

Bemerkenswerth ist die bedeutende absolute Verkleinerung der Brücke; denn es verhalten sich die Längen = 1: 0,47, die Breiten = 1: 0,58. Die Längendimension ist dabei stärker im Nachtheile, als die Breite, da sich beide am Normalgehirne = 45,45: 54,55 verhalten, beim Microcephalus aber nur = 40,54: 59,46.

Auch steht die Brücke in einem ungünstigen Verhältnisse zum kleinen Gehirne. Denn die Breite beider Theile ist am Normalgehirne = 28,52: 71,48, beim Microcephalus = 23,91: 76,09.

Eine Vergleichung der drei Dimensionen des kleinen Gehirns sowohl wie des grossen Gehirns, wobei die Werthe des Normalgehirns als Einheiten angenommen werden, ergiebt:

Kleinhirn.	Grosshirn.
Breite = 1: 0,73	Breite = 1: 0,54
Länge = 1: 0,78	Länge = 1: 0,51
Höhe = 1: 0,86	Höhe = 1: 0,69

Es bestätigt sich hier noch bestimmter der bereits ausgesprochene Satz, dass die Micrencephalie nicht alle Gehirntheile in relativer Gleichmässigkeit ergriffen hat, indem das Grosshirn weit mehr zurückgeblieben ist als das Kleinhirn. Damit stimmt es aber auch, wenn ich das Gewicht des eigentlichen Cerebellum zu den eigentlichen Hemisphären (von den Hirnschenkeln an gerechnet) nach dem Augenmasse etwa wie 1 : 5 schätzte, womit ich mich begnügen musste, weil ich die zu einer wirklichen Gewichtsbestimmung erforderliche Verstümmelung des Gehirns nicht vornehmen wollte. — Nebenbei ersieht man noch aus den vorstehenden Zahlen, dass am Kleinhirne wie am Grosshirne die Länge und Breite im nämlichen Verhältnisse abgenommen haben, dass aber der Höhe beider Theile in einem auffallend geringeren Grade Abbruch geschehen ist.

Ueber die zusammensetzenden Theile des Cerebellum habe ich keine weiteren Grössen- oder Gewichtsbestimmungen beizubringen, da ich ein Zerschneiden desselben vermeiden wollte. Dagegen lässt sich aus den vorstehenden Messungen klar entnehmen, dass am grossen Gehirne die Verkürzung (und ohne Zweifel daher auch die Volumsabnahme überhaupt) in einem weit höheren Masse auf Kosten des Vorderlappens zu Stande gekommen ist. Denn am Normalgehirne verhält sich die Länge des Vorderlappens zur übrigen Hemisphärenlänge wie 10,37: 19,62—10,37 d. h. = 52,85: 47,15; beim Microcephalus dagegen wie 3,4: 10, 1—3,4 d. h. = 33,67: 66,33.

An der Gehirnbasis (Fig. 3) habe ich auch die Gehirnnerven angegeben, mit Ausnahme des am Ursprunge abgerissenen Oculomotorius und mit Ausnahme des Accessorius. Sehr auffallend tritt die Kleinheit des Olfactorius entgegen. Auch der Trigeminus ist gewiss kleiner, was ja nur im Einklange steht mit der Verkleinerung des For. ovale und rotundum; desgleichen auch der Opticus. Die Augenmuskelnerven mögen vielleicht die normale Dicke erreichen; wenigstens schien mir der abgerissene Oculomotorius nicht dünner als gewöhnlich zu sein. Ueber die anderen Nerven kann ich kein Urtheil abgeben.

Die Lamina cribrosa posterior zwischen den eigentlichen Hirnschenkeln zeichnet sich durch grössere Breite aus. Dieselbe lässt sich wohl kaum davon herleiten, dass gerade in dieser Gegend die Gehirnmasse eine entschiedene Verschiebung erlitten hat.

Die Brücke ist nicht nur kürzer und schmaler, sondern sie überragt auch verhältnissmässig nur wenig die Hirnschenkel und die Medulla oblongata.

An der Medulla oblongata unterscheidet man deutlich die Pyramiden, die Oliven und die strickförmigen Körper.

Am vierten Ventrikel, soweit das blosse Auseinanderbiegen des Cerebellum und der Medulla oblongata ein Urtheil zulässt, zeigt sich nichts Abweichendes.

Zur Untersuchung der inneren Gehirntheile führte ich an der einen Grosshirnhemisphäre den gewöhnlichen Horizontalschnitt, wodurch das Centrum semiovale Vieussenii blosgelegt wird. Als dieser Schnitt etwa 1,6 C. unterhalb der stärksten Hervorragung der Hemisphäre geführt wurde, traf er bereits das Dach des Seitenventrikels, so dass der letztere geöffnet wurde. In Fig. 2 ist es ersichtlich, dass die Mächtigkeit der Gehirnschicht, welche den Seitenventrikel umschliesst, nach hinten nirgends über 1,5 C. hinausgeht, und nach vorn nur

2,5 C. erreicht. Mit dieser ungleichen Entwickelung der Gehirnmasse trifft aber eine entschiedene Erweiterung des Seitenventrikels zusammen, die im hinteren und absteigenden Horn am weitesten vorgeschritten ist, wo der Hohlraum im senkrechten und im queren Durchmesser nicht unter 2 Cent. misst. Die Tela chorioidea in und zwischen den Seitenventrikeln ist verdickt und fest, und ebenso ist das Ependyma des Seitenventrikels sehr verdichtet. Der Plexus chorioideus hat ein gedrängt körniges oder drüsiges Aussehen, wenn Stückchen desselben in Wasser flottiren; am Eingange ins absteigende Horn bildet er eine auf dem Durchschnitte schwammartige Masse von der Grösse einer Bohne. Das ganze Aussehen der Theile kann es aber nicht zweifelhaft lassen, dass diese hydrocephalische Erweiterung des Seitenventrikels, deren gleichzeitige Existenz auf der anderen Seite aus dem Verhalten des Foramen Monroi erschlossen werden darf, ein obsoleter Zustand ist.

Der Streifenhügel hat nur eine Länge von 2,8 C. statt 6,99 Cent., die bei Valentin aufgezeichnet sind. Die absolute Verkürzung beträgt also weit über 50 pCt., was mit dem oben erwähnten Verhältniss der Hirnschenkel im Einklange steht.

Der Sehhügel und die Vierhügel stehen in einem weit günstigeren Grössenverhältniss, eben so das Ammonshorn. Die Zirbeldrüse ist reichlich mit Sand erfüllt und nicht kleiner als im Normalgehirne, befindet sich also im Zustande relativer Hypertrophie. Die Vogelklaue dagegen ist sehr niedrig.

Nach erfolgter Trennung der beiden Hemisphären mittelst eines senkrechten in der Medianebene geführten Schnittes macht es sich zunächst bemerklich (Fig. 5), dass die vordern Schenkel des Gewölbes unmittelbar am Balkenknie anliegen und keine Spur eines dazwischen befindlichen Septum pellucidum zu erkennen ist. Das Foramen Monroi erscheint sehr gross, woran ebensowohl das durch die Wasseransammlung bewirkte Vorwärtsdrängen des Gewölbes, als die Verdickung der Tela chorioidea Antheil haben kann. Durch diese Verschiebung des stark entwickelten Gewölbes hat die Commissura anterior eine veränderte Lage erhalten: sie liegt mehr nach unten und hinten, den Corpora mammillaria verhältnissmässig mehr genähert. Die Commissura posterior und Commissura mollis haben die normale Lagerung. Zwischen dem Corpus mammillare und der Commissura anterior finden sich Reste des Infundibulum.

Der Balken hat eine Länge von 3,8 Cm. Da nun die Hemisphäre 10,1 Cm. lang ist, so verhält sich die Balkenlänge zu der vom Balken nicht eingenommenen Hemisphärenlänge = 37,6 : 62,4. Nach den zahlreichen Linearmessungen der Hirn- und Balkenlänge bei Huschke (Schädel, Hirn und Seele S. 125—127) treffen auf den Balken im Mittel 44—48 pCt. der Hemisphärenlänge; dies Verhältniss steigt aber in drei Wenzel'schen Messungen auf 51,3, auf 52,8 und selbst auf 57,1 pCt., und andererseits fand Huschke als Minimum bei einem Knaben von 12 Wochen 40,8 pCt., bei einem Neugebornen 38 pCt. Es muss demnach bei dem Microcephalus eine relative Verkürzung des Balkens angenommen werden, die sich nicht etwa als Thierähnlichkeit deuten lässt, da aus der weiterhin (S. 128) von Huschke aufgestellten Tabelle ersichtlich ist, dass die Thiere, wenigstens die gewöhnlichen Hausthiere, in Betreff der relativen Balkenlänge dem Menschen nicht nachstehen. — Aus dem Durchschnitte des Balkens in Fig. 5 ist ferner deutlich zu entnehmen, dass die Dicke dieses Theiles von vorn nach hinten abnimmt, und dass das hintere Ende, statt den stark angeschwollenen Wulst zu bilden, vielmehr die dünnste Partie ist. Die grösste Dicke am Knie beträgt 1,2 Cm.; die Mitte des Körpers ist 0,8 Cm., das hintere Ende nur 0,5 Cm. dick. — Endlich ist der Balken nicht blos relativ kürzer und (im hintern Theile wenigstens) niedriger; in noch weit stärkerem Masse hat er an Breite verloren. Werden nämlich am Normalgehirne die blos aufliegenden Bogenwindungen an der Innenfläche der Hemisphären abgehoben, so bekommt man eine freie obere Balkenfläche zu Gesicht, deren Breite als die Breite des Balkens bezeichnet wird. Nach Krause ist der Balken vorn $^5/_4$ bis $^6/_4$ Zoll, nach hinten 2 Zoll breit. Am Gehirne des Microcephalus hat diese freie Fläche am Körper des Balkens nur eine lineare Ausdehnung, da sich die Bogenwindungen hier gar nicht vom Balken abheben lassen; vorn und hinten aber lässt sich die Bogenwindung jederseits nur 2—3 Mm. abheben, so dass die obere freie Balkenfläche hier nur 5—6 Mm. Breite hat.

Der vorstehenden Untersuchung der inneren Gehirntheile war die Prüfung der Windungsverhältnisse vorausgegangen, die ich um so sorgfältiger ausführte, als schon bei oberflächlicher Betrachtung abnorme Bildung der Windungen sich zu erkennen gab. Selbstverständlich musste Huschke's Auffassung der Windungsverhältnisse (a. a. O. S. 129—145) meiner Untersuchung zur Grundlage dienen. Ich will aber gleich von vorn herein auf die grosse Aehnlichkeit der Gehirnoberfläche

des Microcephalus in Fig. 2. u. 4 mit dem Gehirne von Simia Troglodytes aufmerksam machen, das in Huschke's Werk (Taf. IV. Fig. 7 u. 6) nach Schröder van der Kolk copirt ist.

Am sichersten wird man in das Windungschaos eindringen, wenn man von der nicht zu verkennenden Fossa Sylvii ausgeht, die in Fig. 2, 3 u. 4 als Sylv. bezeichnet ist. Dieselbe steigt von der Gehirnbasis aus an der Seitenfläche der Hemisphäre ziemlich senkrecht in die Höhe, endigt aber schon in der halben Höhe der Hemisphäre, ohne sich vorher in einen vorderen aufsteigenden und einen hinteren horizontalen Schenkel zu theilen, wodurch am Normalgehirn die als Insel bezeichnete Vertiefung an der seitlichen Hemisphärenfläche begrenzt wird. Die Insel nebst den fächerförmig aus einander fahrenden Gyri breves s. operti, und eben so der die Inselvertiefung von oben her bedeckende Klappdeckel, d. h. also die das Menschengehirn charakterisirenden Bildungen an der Gehirnoberfläche fehlen gänzlich.

Von der Fossa Sylvii nach hinten begrenzt und durch eine weniger tief eindringende Furche vom vorderen Gehirnlappen geschieden zeigt sich eine Windung, die schon an der Gehirnbasis (Fig. 3 x) mit 0,3 Cm. Breite auftritt, im Aufsteigen an der Seitenfläche (Fig. 4 x) breiter wird, worauf sie dann durch eine tiefer eindringende Furche (Fig. 4 C und Fig. 2 C), die jedoch nicht bis zum oberen Hemisphärenrande reicht, in eine vordere Windung A und eine hintere Windung B (Fig. 4 und Fig. 2) zerfällt. Die Windung A ist Huschke's Gyrus centralis anterior, die Windung B sein Gyrus centralis posterior, die trennende Furche C aber sein Sulcus centralis. Gratiolet (Mem. sur les plis cerebraux de l'homme et des primatés. Paris. 1854.) hat jene beiden Windungen als Plica adscendens anterior und Plica adscendens posterior bezeichnet.

Von den Centralwindungen führt nun Huschke (S. 139) an, dass sie ausser dem Menschen nur noch bei den Vierhändern vorkommen, und sogar bei den niedrigen Affen nur erst angedeutet sind, und dass sie beim Menschen von dem die Insel bedeckenden Klappdeckel ausgehen, bei den Affen aber, wo die Insel und der Klappdeckel fehlen, bis zur Gehirnbasis herabreichen. Es ist also an dem Microcephalus nur der niedrige affenartige Typus der Centralwindungen realisirt, und die Bildung ist sogar noch unter Simia Troglodytes herabgesunken, insofern bei letzterem die Fossa Sylvii weiter nach oben reicht und die beiden Centralwindungen nicht nur breiter sondern auch stärker geschlängelt sind.

Mit der vorderen Centralwindung stehen nach Huschke drei vordere Windungszüge im Zusammenhange, die er von unten nach oben als ersten oder unteren, als zweiten oder mittleren und als dritten oder oberen zählt. Die Repräsentanten dieser drei Züge beim Microcephalus habe ich in Fig. 2 und Fig. 4 mit I, II, III bezeichnet. a) Der obere oder dritte Zug verläuft längs des oberen Hemisphärenrandes von hinten nach vorn. Am Normalgehirne theilt er sich gleich nach dem Abgange von der vorderen Centralwindung in zwei Zweige, oder er entspringt auch wohl gleich doppelt oder selbst dreifach aus der vorderen Centralwindung, und seine Windungen bilden durch Spaltung und Wiedervereinigung eine oder zwei hinter einander liegende Inseln. Am Gehirne des Microcephalus findet sich an der Stelle dieses Windungscomplexes nichts als der einfache umgebogene Wulst III. b) Der mittlere zweite Zug ist nach Huschke am Normalgehirne der breiteste, er macht Schlängelungen und inselartige Bildungen, und indem seine Abästelungen mit jenen des unteren Zuges in der Gegend des Stirnhöckers zusammenstrahlen, erzeugt er an dieser Stelle eine trichterförmige Vertiefung (Scyphus). Beim Microcephalus erscheint der zweite Windungszug (II) nur als eine beschränkte Schlängelung. c) Der untere oder erste Windungszug (I) zeigt beim Microcephalus ebenfalls weit weniger Schlängelungen als am Normalgehirne.

Die von der vorderen Centralwindung ausgehenden Windungszüge setzen sich aber auf die Orbitalfläche des vorderen Hirnlappens fort, und diese erscheint beim Microcephalus (Fig. 3) ebenfalls weit einfacher. Allerdings ist hier neben dem Längsspalte des Gehirns der sogenannte Gyrus rectus (+) als Repräsentant des dritten Windungszuges vorhanden, wenn gleich sehr schmal, da er nach hinten nur 0,6 — 0,7 Cm. Breite hat, und auch nicht einmal in der ganzen Länge der Orbitalfläche durch eine Furche von der nebenliegenden Gehirnmasse gesondert. Dagegen zeigen sich an der den beiden anderen Windungszügen entsprechenden Masse nur Andeutungen einer Theilung und Sonderung, und es fehlt daher jener Partie das charakteristische Aussehn, welches von Rolando und Valentin durch die Benennungen Sulcus cruciatus und Gyri cruciati hervorgehoben wurde.

Auf der hinter der hinteren Centralwindung gelegenen Hemisphärenfläche lassen sich nur folgende Theile vermöge ihrer Lage mit Huschke'schen Abtheilungen identificiren: a) Der Vorzwickel, Praecuneus (Fig. 2 u. 4 *Praec.*) mit kaum angedeuteter Schlängelung. b) Der Zwickel, Cuneus s. Lobulus

interparietalis superior (Fig. 2 u. 4 *Cun.*) ist schmal und ohne alle Windungen. Die querlaufende zwischen Vorzwickel und Zwickel befindliche Furche erstreckt sich als Fissura posterior auf die Innenfläche der Hemisphäre (Fig. 5 *p*). c) Das untere Zwischenscheitelläppchen, Lobulus interparietalis inferior (Fig. 2 und Fig. 4 *Inf.*). d) Die drei Schläfenwindungen, Gyri temporales, die als superior, medius und inferior unterschieden werden (Fig. 2, 3 u. 4 *T. s. T. m. T. i.*). Die obere und mittlere Schläfenwindung sind durch eine tiefe Furche geschieden, die mittlere und untere dagegen werden nur durch eine inselartige Vertiefung von einander gesondert.

An der Innenfläche der Hemisphäre (Fig. 5) ist die unmittelbar über dem Balken liegende Gehirnmasse als Gyrus fornicatus zu deuten, und die Richtigkeit dieser Deutung bestätigt sich ganz zuverlässig dadurch, dass in der Marksubstanz dieser Gegend ein der Länge nach verlaufendes Faserbündel eingebettet liegt. An der Innenfläche der Hemisphäre zeigen sich aber, abgerechnet die Furche (*a*), welche von der oberen Fläche her zwischen dem dritten Windungszuge der vorderen Centralwindung und dem Vorzwickel eindringt und abgerechnet die Furche (*p*), welche zwischen dem Vorzwickel und Zwickel herabsteigt, nur noch ein paar unvollkommene Furchen, wodurch nur inselartige Bildungen aber keine ausgesprochenen Windungen zu Stande kommen. Es ist deshalb der Gyrus fornicatus nur sehr unvollständig gesondert, zumal derselbe unmittelbar auf dem Balken aufliegt, ausgenommen am vorderen und hinteren Ende des Balkens, wo sich die Sonde 2 — 3 Mm. zwischen Balken und Gyrus fornicatus einschieben lässt.

Im Allgemeinen habe ich noch zu bemerken, dass die einzelnen Gyri, wo sie schärfer abgegrenzt vorkommen, nur 1,0 — 1,3 Cm. Breite haben, im Ganzen also schmäler sind als am Normalgehirne, dass ferner die Sulci im Allgemeinen nur eine geringe Tiefe haben, die auch beim Sulcus centralis, der am tiefsten ist, 1 Cm. nicht überschreitet, dass endlich die graue Rindenschicht der Windungen stellenweise nur 1 Mm. Dicke hat und wohl nirgends 2 Mm. überschreitet. Alle diese Momente im Vereine mit den bereits besprochenen ganz unvollkommenen Schlängelungen und Theilungen der Hemisphärenwülste rechtfertigen den Ausspruch, dass das Windungssystem des Microcephalus sich als ein unvollkommenes, in der Entwickelung zurückgebliebenes kund giebt.

Die Ergebnisse der Untersuchung des knöchernen Kopfs und des Gehirns des 26jährigen Microcephalus fasse ich nun übersichtlich in folgenden Sätzen zusammen:

1) An dem knöchernen Kopfe zeigt sich neben Microcephalie auch Microprosopie.

2) Die Microcephalie ist in einem stärkeren Grade ausgebildet, als die Microprosopie.

3) Mit der Microprosopie ist Prognathismus verbunden, der sich so darstellt, als wären die an die Schädelbasis angefügten Gesichtsknochen als einarmige Hebel nach vorn bewegt worden. Durch diesen starken Prognathismus bekommt das Gesicht einigermassen den thierischen Typus.

4) Der eigentliche Schädel bekommt einen thierischen Typus durch das Zurückweichen der Stirn.

5) Ungeachtet sehr verbreiteter Entzündungsspuren an den Schädelknochen zeigt sich doch keine Verdickung oder Verdichtung der Knochensubstanz, sondern die reiche und grosszellige Diploe wird von dünnen Lamellen compacter Knochensubstanz bedeckt.

6) Die Schädelnähte sind noch vollkommen frei und beweglich, mit Ausnahme der beiden Schuppennähte und des linksseitigen unteren Endes der Lambdanaht.

7) Die Pfeilnaht liegt nicht genau sagittal, sondern mehr auf der linken Seite.

8) Die Innenfläche des Schädels ähnelt einem kindlichen Schädel darin, dass alle sonst scharfkantig hervortretenden Gebilde mehr abgerundet und kolbig, gleichsam plump ausgearbeitet erscheinen.

9) Die Nerven- und Gefässöffnungen sind im Ganzen kleiner als an normalen Schädeln, mit Ausnahme des Foramen magnum und des For. auditorium internum.

10) Am Schädeldache ist die Microcephalie stärker ausgesprochen als an der Schädelbasis.

11) Der vordere Schädelraum ist in allen drei Dimensionen stärker von der Verkleinerung betroffen als der hintere.

12) An dem einzelnen Schädelwirbel sind der Körper und der Bogen gleichmässig in der Ausbildung zurückgeblieben.

13) An den Bögen der einzelnen Schädelwirbel sind die medianen Theile in stärkerem Grade in der Ausbildung zurückgeblieben, als die lateralen.

14) Die Winkel, unter denen sich die Körper der Schädelwirbel vereinigen, zeigen keine Abweichung vom Normalverhältniss.

15) Die procentische Vertheilung des Schädeldachareals auf die drei gewöhnlich angenommenen Schädelwirbel zeigt, dass die Verkleinerung vom hintern bis zum vordern zunimmt: auf den Hinterhauptswirbel trifft ein auffallend grösseres Areal

als am Normalschädel; der Scheitelwirbel hat noch ein sehr beschränktes relatives Uebergewicht; der Stirnwirbel besitzt eine auffallend geringere relative Ausbreitung.

16) Die wesentliche Formveränderung des Hinterhauptsbeins besteht darin, dass der Knochen vom Gelenktheile aus stärker umgebogen ist. Dadurch geschieht es, dass die Ebene des Foramen magnum mit der Pars basilaris einen kleineren Winkel bildet, dass die Hinterhauptsschuppe eine rasch aufsteigende Richtung bekommt, das Hinterhaupt selbst stark abgeplattet erscheint und der Längsdurchmesser des Schädels eine wesentliche Verkürzung erfährt.

17) Am Keilbeine sind die Alae parvae in frontaler Richtung verkürzt, die Processus pterygoidei aber steigen divergirend von oben nach unten herab.

18) Am Stirnbeine ist die Pars frontalis gleichsam zurückgeschoben und dabei stärker nach hinten umgeknickt; daher Niedrigkeit der Stirn, Mangel der Sinus frontales, Verkleinerung des Winkels zwischen Pars frontalis und Schädelbasis.

19) Das Siebbein ist oben an der Lamina cribrosa auffallend verkürzt und verschmälert; nach unten hin nimmt es in ungewöhnlichem Grade an Länge und Breite zu.

20) An den Schläfenbeinen ist die Abflachung des in die Schädelhöhle schauenden Theils der Pyramiden besonders auffallend; desgleichen die unsymmetrische Stellung beider Pyramiden.

21) Die Scheitelbeine sind in der Querrichtung mehr verkürzt als in der Längsrichtung.

22) Am Gesichte hat die Höhe verhältnissmässig mehr abgenommen als die Breite, unerachtet der ausserordentlichen Verschmälerung des Septum interorbitale.

23) Die Mundhöhle hat eine mit der gesammten Gesichtshöhe in Einklang stehende Höhe; ihre Breite und zumal ihre Länge, die sich wie am normalen Schädel verhalten, stehen damit in auffallendem Contraste.

24) Ein ähnlicher Contrast wiederholt sich in der Nasenhöhle, die oben ganz verkürzt und verschmälert erscheint, während sie in Länge und Breite nach unten hin fast den normalen Kopf erreicht.

25) An den Augenhöhlen macht sich zunächst ein auffallendes Zurückweichen des Supraorbitalrandes bemerklich, so wie eine ungleiche Längenentwicklung der vier Orbitalwände: die obere ist ausnehmend verkürzt, die untere und zumal die innere erreichen, ja übertreffen den Normalschädel. Ausser-

dem vereinigen sich die obere und innere Wand der Augenhöhle rechtwinkelig.

26) Am Oberkiefer wie am Unterkiefer ist der Alveolartheil nebst den darin wurzelnden Zähnen nach aussen und nach vorn gedrängt oder umgebogen, was wohl unbedenklich als Wirkung der voluminösen Zunge gedeutet werden darf.

27) Die inneren Gehirnhäute an der Gehirnbasis sind verdickt, gleichwie die Ausbreitung der Tela chorioidea superior im dritten Ventrikel und in den Seitenventrikeln.

28) In den Seitenventrikeln zeigt sich eine obsolete hydrocephalische Erweiterung.

29) Unter den Gehirnnerven ist vorzugsweise der Olfactorius in der Entwickelung zurückgeblieben, daneben noch besonders der Opticus und der Trigeminus.

30) Neben Micrencephalie muss auch Micromyelie bestanden haben.

31) Gleiche Entwickelung mit der Medulla spinalis zeigen die Medulla oblongata und das Cerebellum, auch wohl die Corpora quadrigemina und die Thalami.

32) Den eben genannten Theilen gegenüber sind die Brücke, die Hirnschenkel, die Corpora striata, die Grosshirnhemisphären in der Entwickelung zurückgeblieben.

33) Die Zirbeldrüse hat eine dem Normalgehirne entsprechende Grösse, ist also im Vergleich mit den übrigen Gehirntheilen als hypertrophisch zu bezeichnen.

34) Am kleinen Gehirne sowohl wie am grossen betrifft die Verkleinerung hauptsächlich die Länge und Breite, weit weniger auffallend die Höhe.

35) Am grossen Gehirne ist der vordere Lappen vorzugsweise in der Entwickelung zurückgeblieben, was mit der so entschiedenen Verkleinerung des vorderen Schädelwirbels im Einklange steht.

36) Ein Septum pellucidum ist nicht zu unterscheiden, weil die vorderen Schenkel des gehörig entwickelten Gewölbes nach vorn gedrängt sind und am Balken anliegen.

37) Der Balken ist im Verhältniss zur Hemisphärenlänge etwas verkürzt. Derselbe hat ferner an Dicke verloren, zumal nach hinten hin, wo gar kein Splenium corporis callosi zu unterscheiden ist. Am auffallendsten ist jedoch die Verschmälerung des Balkens, die sich mit der vorzugsweisen medianen Verkümmerung der Schädelwirbelbögen in Parallele stellen lässt.

38) Die Windungen an der Oberfläche des Gehirns sind unvollkommen durch die geringe Theilung und Schlängelung,

durch die nur mässig tief eindringenden Furchen, durch die Schmalheit der einzelnen Gyri, so wie auch noch durch die geringe Mächtigkeit der grauen Rinde.

39) Die dem menschlichen Gehirne eigenthümlichen Bildungen, die Insel mit den Gyri operti und dem aufliegenden Klappdeckel, fehlen gänzlich.

40) Die beiden Centralwindungen reichen, wie bei den Affen, bis zur Gehirnbasis herab.

Von anderen Beobachtungen über Microcephalie ist zunächst der beiden Microcephalen, die vor mehreren Jahren in Deutschland als sogenannte Azteken zur Schau gestellt wurden, und über die uns Leubuscher in Froriep's Notizen 1856. Bd. 2. Nr. 6 u. 7 Genaueres mitgetheilt hat, um so mehr zu gedenken, als Leubuscher, der den von mir beschriebenen Microcephalenschädel bei Medicinalrath Wedel in Augenschein genommen hatte, gegen diesen wie auch gegen mich selbst sich dahin aussprach, dass derselbe die grösste Uebereinstimmung mit jenen beiden zeige. Der Knabe hatte zur Zeit der Untersuchung $39^3/_4$ Zoll Engl. Körperhöhe, das Mädchen 38 Zoll; es schien darnach der Knabe 7—8 Jahre, das Mädchen 5—6 Jahre zu zählen. In der That mochte aber jener 16—17 Jahre, dieses 12—14 Jahre haben. Mit diesem Zurückbleiben der Körperentwickelung stimmte es, dass sich bei beiden noch einige Milchzähne vorfanden und dass die Hoden des Knaben kaum mehr als erbsengross waren. Der Schädel dieser sogenannten Azteken, bemerkt Leubuscher, ist sehr klein, das Gesicht springt bedeutend vor durch starke Entwickelung des Oberkiefers und erscheint dem kleinen Kopfe gegenüber von enormer Grösse; der Gesichtswinkel beträgt ungefähr 60^0; die Augen sind stark vorspringend; die Stirn fehlt fast vollständig, und weil der Oberaugenhöhlenrand hervortritt, zumal beim Knaben, so zeigt sich in der Stirngegend eine grubige Vertiefung; die Wölbung des Hinterhaupts ist fast Null, und von der Lambdanaht an fällt der Schädel flach ab. Alle diese Angaben stimmen aufs Genaueste mit dem von mir untersuchten Microcephalus. Wenn aber Leubuscher weiterhin von den Azteken bemerkt, der Unterkiefer sei eng, in einen ziemlich spitzen Winkel zulaufend und trete fast um 1 Cm. gegen den Oberkiefer zurück, so stimmt dies nur theilweise mit meinem Befunde. Eine wallartige Wulstung der Pfeilnaht und der linken Lambdanaht bei dem Knaben und eine ähnliche Wulstung der Lambdanaht bei dem Mädchen glaubte Leubuscher als Nahtverwachsungen

deuten zu müssen. — Leubuscher hat mehrere Messungen an den beiden Individuen vorgenommen, und seine Ergebnisse mit den früheren Messungen Warren's in Boston und Owen's in London zusammengestellt. Die am Kopfe benutzten Linien sind grossentheils andere, als die von mir gemessenen, weshalb eine genauere Parallelisirung nicht möglich ist. Doch ist so viel ersichtlich, dass die eigentlichen Schädel der Azteken kleiner waren als bei meinem Microcephalus. Es betrug nämlich der Umfang des Kopfes oberhalb der Ohrmuscheln, wobei die Haare sorgsam in die Höhe gehoben wurden, 33 und 34 Cm., während ich, wenn ich auf meinem Microcephalenkopfe als Repräsentanten der Haut eine liniendicke Schicht Papier ringförmig auflegte, 38 Cm. Umfang erhielt. Auch betrug der Längsdurchmesser von der Nasenwurzel zum Tuber occipitale bei jenen nur $10^3/_8$ und $10^3/_4$ Cm., während ich für den blossen Schädel ohne Haut 13,8 Cm. fand. — Ueber die Lebensäusserungen der beiden Azteken, die in einer eigenthümlichen Formirung der kleinen Finger eine Familienähnlichkeit, vielleicht ein geschwisterliches Verhältniss vermuthen liessen, führt Leubuscher in der Hauptsache noch Folgendes an: Alle Sinne vollständig ausgebildet, die Bewegungen lebhaft und hastig; sie sprechen nur wenige Wörter nach, und stossen als Zeichen der Freude oder als Mittel zur Unterhaltung zum Oeftern kreischende Töne aus; das Bedürfniss der Excremententleerung geben sie deutlich zu erkennen. Offenbar erfreuten sich die vegetativen und animalischen Functionen einer etwas höheren Ausbildung als bei meinem Microcephalus. Da Leubuscher der Essmanöver nicht besonders gedenkt, so darf auch wohl angenommen werden, dass die wochenlang von ihm beobachteten Azteken eines vollkommneren Händegebrauchs theilhaftig waren.

Im Jahre 1836 gab Joh. Müller in der Med. Zeitung d. Vereins f. Heilk. in Preussen Nachricht von zwei microcephalischen Geschwistern von 13 und 20 Jahren, deren Schädel (von dem einen auch das Skelet und das Gehirn) sich im Besitze des Berliner Museums befinden. Dieselben stammten von gesunden Eltern, die daneben noch mehrere normale Kinder hatten. Der Gesichtswinkel wurde bei ihnen zu 70^0 und 64^0 bestimmt. Das 20jährige von J. Müller secirte Individuum war 58 Zoll hoch und hatte entwickelte Genitalien; die Circumferenz des Schädels betrug nur 13 Zoll (= 29,25 Cm.), d. h. noch weniger als bei den Azteken. Das Gehirn war daher auch kleiner als bei meinem Microcephalus: die Länge desselben betrug 4″ 3‴ (= 9,67 Cm.), seine grösste Breite 3″ 5‴ (= 7,87Cm.). Vom knöchernen Kopfe hebt J. Müller hervor:

Kleinheit der Hirnkapsel, seitliche Zusammendrückung und Flachheit der Stirn, die erst hinter dem Arcus supraorbitalis sich zu erheben beginnt, Schmalheit der Scheidewand zwischen beiden Augenhöhlen, Abplattung der Hinterhauptsgegend. — Die Schädel dieser beiden Microcephalen zeigen mehrfach verwachsene Nähte, und bei dem 20jährigen Individuum ist die Pfeilnaht wallartig gewulstet.

Eine Verwachsung der Nähte fand sich nach J. Müller auch an einem von Bonn beobachteten Microcephalen, dessen Beschreibung in Sandifort's Museum anatomicum gegeben ist.

Baillarger (Schmidt's Jahrb. Bd. 93. S. 153) legte der Pariser Akademie den Schädel eines vierjährigen vollständig idiotischen Kindes vor, dessen grosse Circumferenz kaum 35 Cm. betrug, und bei dem bereits die Sutura frontalis nicht mehr sichtbar war. Auf die Verwachsung der Kopfnähte als eine die Microcephalie begleitende Erscheinnng wurde von Baillarger besonderes Gewicht gelegt.

Conolly (Dublin quart. Journ. Aug. 1855) fand im Highgate Asylum zwei Individuen, deren Kopfbildung in ausgesprochener Weise an die Azteken erinnerte; nur hatte die Microcephalie nicht einen gleich hohen Grad erreicht. Bei dem elfjährigen Knaben mit $42^1/_2$ Zoll Engl. Körperhöhe betrug der Schädelumfang 15 Zoll = 37,5 Cm., bei dem siebenjährigen Mädchen mit 42 Zoll Körperhöhe betrug der Schädelumfang 17″ 3‴ = 43,1 Cm.

Cruveilhier (Anat. pathol. Livr. 30. Pl. 4) hat einige Beobachtungen von Microcephalie mitgetheilt, die man im Auszuge in Schmidt's Jahrb. 1844. Bd. 42. S. 314 findet. Cruveilhier unterscheidet eine hydrocephalische Microcephalie und eine Microcephalie mit Atrophia cerebri. Zur letztern Kategorie rechnet er folgende drei Fälle: a) Ein stupides Kind, welches von der Geburt an mit Convulsionen behaftet war und im 8. Monate starb, zeigte Folgendes: Der Kopf froschartig gestaltet, ohne Stirn, mit vorragenden Augen; die Kopfschwarte gefaltet, besonders hinten, als wäre sie für einen grösseren Schädel bestimmt; die Ossification weit vorgeschritten; die Knochen des Schädels dick, hart und so verwachsen wie bei einem Individuum von 15 — 18 Jahren; das Gehirn ohne bemerkbare Missbildung, aber der kleinen Schädelhöhle entsprechend. b) In einem andern Falle war der freie Rand der Schläfenbeinschuppen verdickt und stark vorragend, das Hinterhauptsbein und die Scheitelbeine gleichsam in die Schädelhöhle eingesunken; die Atrophie des Gehirns betraf vorzüglich die Windungen in der Stirngegend. c) Bei einem dreijährigen idiotischen Kinde, welches

unter Convulsionen verstorben war, fand Barbié du Bocage. Sehr kleiner Kopf, woran das Schädeldach wie im 15. Jahre verknöchert ist; Serum in der Arachnoidea und in den Ventrikeln; die Windungen des Gehirns sehr schmal und fest, die Furchen aber normal tief eindringend; Corpus callosum dünn und durchscheinend; Fornix und Ammonshörner atrophisch, desgleichen die Brücke, die Pyramiden, die Hirnschenkel; die Oliven, das kleine Gehirn, die Vierhügel, die Thalami, die Corpora striata normal gross; die Seitenventrikel von einer dicken Membran ausgekleidet, die vom Hornstreifen auszugehen schien.

So sparsam auch die Data sind, die ich hier ohne tiefere literarische Forschung zusammenstellen konnte, sie gestatten doch die Aufstellung einiger allgemeiner Gesichtspunkte über Microcephalie:

1) Die Microcephalen können ganz gesunden Eltern entstammen, die daneben ganz gesunde Kinder erzeugten. (J. Müller's Fälle, mein Fall.)

2) Aus der nämlichen Zeugungsquelle können wiederholt microcephalische Producte hervorgehen. (J. Müller's Fälle, desgleichen die Azteken, falls dieselben Geschwister sind, was durch Leubuscher sehr wahrscheinlich gemacht worden ist.)

3) Die microcephalischen Individuen erreichen bald eine mehr weniger normale Körpergrösse (mein Fall, J. Müller's Fälle, Conolly's Fälle), bald bleibt auch der Gesammtkörper unter dem mittlern Masse zurück (Azteken).

4) Die Microcephalen scheinen im Allgemeinen frühzeitig zu sterben: im 8. Monate und im 3. Jahre in zwei Fällen Cruveilhier's; im 4. Jahre in Baillarger's Falle; im 13. und im 20. Jahre in den Müller'schen Fällen; im 26. Jahre in meinem Falle.

5) Das Gehirn befindet sich nicht im Zustande einfacher Verkleinerung (Micrencephalie), sondern es kommen Anomalien einzelner Hirntheile daran vor. In Cruveilhier's drittem Falle und in meinem Falle sind z. B. gleichzeitig der Balken und die Windungen abnorm.

6) Die Microcephalen sind ohne Ausnahme Idioten. Leubuscher hat schon mit scharfen Zügen hervorgehoben, dass der microcephalische Idiotismus vom Cretinismus verschieden ist. Ich will nur das eine Moment hinzufügen, dass die als bärenmässig zu bezeichnenden Bewegungen der Cretinen bei den Microcephalen nicht vorzukommen scheinen. Die Bewegungen des von mir beschriebenen Microcephalus waren trippelnd, die Azteken aber bewegten sich lebhaft und hastig.

7) Mit der eigentlichen Microcephalie verbinden sich auch bestimmte Missgestaltungen des Gesichts, nämlich Microprosopie, Prognathismus mit thierischer Verschiebung der Alveolartheile, affenartiges Näherrücken der Augen durch Verschmälerung des vordersten Schädelwirbelkörpers (J. Müller's und mein Fall), Verkürzung des Augenhöhlendaches und deshalb froschartig vorliegende Augen (die nämlichen Fälle, die Azteken und der erste Fall Cruveilhier's).

8) Vielleicht bei der Mehrzahl der Microcephalen findet sich eine mehr weniger verbreitete vorzeitige Synostose der Schädelnähte (J. Müller's Fälle, Bonn's Fall, der erste Fall Cruveilhier's, die Azteken (?), Baillarger's Fall). Man könnte dadurch veranlasst werden, die Aetiologie der Microcephalie unmittelbar ins Knochensystem zu verlegen, zumal wenn man darauf ein Gewicht legen dürfte, dass Baillarger (Schmidt's Jahrb. Bd. 93. S. 153) in einem Walliser Dorfe im Jahre 1852 drei microcephalische Idioten sah, die nach Aussage der Mutter mit ganz hartem Schädel zur Welt gekommen waren. Der von mir beschriebene Fall, wo alle anderen Nähte, mit Ausnahme der Schuppennähte, frei waren, beweist aber, dass die Synostosis suturarum wenigstens nicht als durchgreifendes ätiologisches Moment gelten kann, da man für diesen Fall nothwendig auf eine Gehirnstörung recurriren muss. Zur Annahme einer einfachen Atrophia cerebri in den erstgenannten Fällen ist man aber kaum berechtigt, unerachtet namentlich Cruveilhier's erster Fall (nicht aber der dritte) auf diese Deutung Anspruch machen könnte. Weit wahrscheinlicher wird man es finden müssen, dass durch einen hydrocephalischen Process, der in meinem Falle und in Cruveilhier's drittem Falle unverkennbar war, die normale Entwickelung des Gehirns gehemmt wird, und nur erst secundär das Knochensystem dem atrophischen Gehirne sich accommodirt, wobei die prämature Nahtsynostose, auch ohne Mitwirkung eines entzündlichen Processes, sich unschwer erklären lässt.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Profilansicht des microcephalischen Kopfes. Dieser sowohl wie das Gehirn in den folgenden Figuren sind in natürlicher Grösse dargestellt.

Fig. 2. Das Gehirn von oben betrachtet. Die Hemisphären bedecken das kleine Gehirn nach hinten nicht vollständig. An der linken Hemisphäre unterscheidet man:

Sylv. Fossa Sylvii.
x Die von der Gehirnbasis aufsteigende Windung, welche sich weiterhin in zwei Windungen theilt, in
AA die vordere Centralwindung, und
BB die hintere Centralwindung, zwischen denen
C die Centralfurche befindlich ist.
I Unterer
II II Mittlerer } Windungszug der vordern Centralwindung.
III III Oberer
Praec. Der Vorzwickel (Praecuneus).
Cun. Der Zwickel (Cuneus).
Inf. Das untere Zwischenscheitelläppchen (Lobulus interparietalis inferior).
T.s.T.s. Die obere Schläfenwindung (Gyrus temporalis superior).
T. m. Die mittlere Schläfenwindung (Gyrus temporalis medius).

An der rechten Hemisphäre ist der erweiterte Seitenventrikel geöffnet und man unterscheidet:

C. A. Das Ammonshorn.
th Der Thalamus nervi optici.
st Das Corpus striatum.
Sylv. Fossa Sylvii.
x Durchschnitt der Windung, die sich weiterhin in die vordere und hintere Centralwindung theilt. Am normalen Gehirne würden hier die Gyri recti s. operti in der Inselvertiefung liegen.

Fig. 3. Die Gehirnbasis, auf der rechten Seite nur im Umrisse dargestellt. Die medianen Theile, nämlich Tractus optici, Chiasma, Crura cerebri, Corpora mammillaria, Oeffnung des Infundibulum, Brücke, Medulla oblongata et spinalis, Olive sind nicht besonders bezeichnet, eben so auch nicht die einzelnen Abtheilungen des Gehirns.

1 Olfactorius.
2 Opticus.
4 Trochlearis.
5 Trigeminus.
6 Abducens.
7 Facialis.
8 Auditorius.
9 Glossopharyngeus.

10 Vagus.
12 Hypoglossus.
+ Gyrus rectus an der Unterfläche des vordern Hirnlappens.
x Anfang jener Windung, die sich weiterhin in die vordere und hintere Centralwindung theilt.
Sylv. Fossa Sylvii.
T. i. Die untere Schläfenwindung (Gyrus temporalis inferior).

Fig. 4. Die linke Hemisphäre des grossen Gehirns in seitlicher Ansicht. Die verschiedenen Windungen sind auf Huschke's Windungsschema reducirt.

Sylv. Fossa Sylvii.
x Die von der Gehirnbasis aufsteigende und den sonst von der Insel eingenommenen Raum durchsetzende Windung, welche nach oben in die vordere und hintere Centralwindung sich theilt.
AA Vordere Centralwindung.
BB Hintere Centralwindung.
C Centralfurche.
I Untererer
II II Mittlerer } Windungszug des Gyrus centralis anterior.
III Oberer
Praec. Der Vorzwickel (Praecuneus).
Cun. Der Zwickel (Cuneus).
Inf. Das untere Zwischenscheitelläppchen (Lobulus interparietalis inferior).
T.s. T.s. Obere Schläfenwindung (Gyrus temporalis superior).
T. m. Mittlere Schläfenwindung (Gyrus temporalis medius).
T.i. T.i. Untere Schläfenwindung (Gyrus temporalis inferior).

Zwischen und unter *T. s.* und *Praec.* und *Cun.* sind noch einige Windungen unbezeichnet geblieben, von denen ich nicht zu entscheiden wage, ob sie als Lobulus tuberis, als Lobulus parietalis, als Lobulus interparietalis externus zu deuten sind, welche dreierlei Gebilde von Huschke in dieser Gegend unterschieden werden, oder ob sie nur Appertinenzen des einen oder des andern sie einschliessenden Theils, namentlich etwa von *T. m.* sind.

Fig. 5. Innenfläche der linken Hemisphäre mit dem unvollkommen gesonderten Gyrus fornicatus oberhalb des Balkens.

a Furche, welche von der oberen Hemisphärenfläche her zwischen dem obern oder dritten Windungszuge der vordern Centralwindung und dem Vorzwickel sich auf die innere Hemisphärenfläche fortsetzt.
p Furche zwischen Vorzwickel und Zwickel (Fissura posterior).
1 Balken.
2 Gewölbe, auch mit seinen vorderen Schenkeln unmittelbar am Balken anliegend.
3 Foramen Monroi.
4 Durchschnittene Tela chorioidea superior.
5 Commissura anterior.
6 Corpus mammillare sinistrum.
7 Commissura mollis.
8 Commissura posterior.
9 Glandula pinealis.

Ein Fall von Verkümmerung des Cerebellum.

Mitgetheilt von

Dr. **Fiedler**, klinischem Assistenzarzte zu Rostock.

Andreas Vogel, 72 Jahre, Arbeitsmann aus Rostock, soll bis zu seinem 19. oder 20. Jahre vollkommen gesund gewesen sein. Um diese Zeit bekam er nach Aussage seiner Verwandten einen Schlaganfall, d. h. er konnte nicht mehr so sicher gehen als früher; der Gang war „taumelnd", der Kranke war „schwer von Begriffen" und soll nicht gesprochen haben (wie lange?). Sichere Angaben über jene Zeit, zumal über die Beweglichkeit der Extremitäten etc. können nicht erlangt werden; indessen wird mit Bestimmtheit versichert, dass der sonst gesunde Mensch von jener Zeit an nur zu den gewöhnlichsten Handarbeiten brauchbar gewesen sei und oftmals „verkehrtes Zeug" angegeben habe. Er war bei einem Verwandten im Dienst, hütete die Kühe und verrichtete allerlei mechanische Arbeiten. Ueber die Zeit von 20—50 Jahren ist nur wenig Genaues zu erfahren; die gewöhnliche Antwort von den Verwandten auf Fragen über den Zustand des Kranken ist immer „Ja, es war nicht ganz richtig mit ihm, es war von jeher ein „dwatscher" Kerl". Als er eines Tages ein leeres Fass vom Steinthor nach dem Strande fahren sollte, nahm er den ungleich weiteren Weg um den Wall und behauptete steif und fest, dieser Weg sei der nächste. Gegen Schmerzen war er sehr unempfindlich. Eines Tages quetschte er sich die 2. Phalanx des linken Daumens mit einem Fasse ab, er empfand aber keine Schmerzen dabei, sondern erst als ihm ein Gehülfe das abgequetschte Stück präsentirte, sah er nach, ob es ihm gehört habe; die Wunde heilte schlecht und es musste der Daumen enucleirt werden. Es geschah dies vom Chirurgen Schulz zu Rostock. Nach beendigter Operation fragte der (nicht chloroformirte) Kranke, ich bin wohl gar geschnitten worden. Der Kranke war damals zwischen 30 bis 45 Jahre alt.

Ferner stimmen die Angaben der Verwandten darin überein, dass der Kranke niemals „hinter Mädchen her gewesen sei“ keine „Braut“ gehabt habe und sich überhaupt dem weiblichen Geschlecht gegenüber sehr indifferent gezeigt habe. In seinem 50. Lebensjahre heirathete er zwar eine Wittwe mit 6—8 Kindern, hat aber keine eigenen Kinder gehabt; auch sei er von jener Wittwe nur deshalb zu der Ehe beredet worden, weil jene gewusst habe, dass Vogel noch einiges Vermögen und reiche Verwandte habe. 1850 (oder 52) starb die Frau, um seine Stiefkinder hat sich Vogel nie gekümmert.

Seit 9 oder 10 Jahren ist Vogel von Seiten der hiesigen Armenordnungsbehörde bei der Wittwe Zelk in Kost und Logis gegeben und von dieser sind nachstehende Angaben, die sich also nur auf die letzten (circa) 10 Jahre beziehen, entnommen.

Das Auffallendste an jenem alten Herrn Vogel, sagte diese Frau, war, „dass er, so lange er bei mir ist (doch auch vorher soll dies oft der Fall gewesen sein) fast jeden Tag mehrmals fiel und nicht nur auf unebenem Boden oder wenn grössere Gegenstände im Wege lagen, sondern auch auf ebener Erde; dabei, fährt die Frau fort, fiel er nicht wie andere Menschen nach vorn, sondern stets auf den Rücken. Wenn er gefallen war, blieb er oft lange ruhig auf dem Rücken liegen. Es ging dies sogar so weit, dass er einige Male mit dem Stuhle hinten über fiel. Besonders leicht fiel er, wenn er eine Treppe aufstieg, rücklings über, und um das zu vermeiden, pflegte er gewöhnlich auf Händen und Füssen zugleich auf der Treppe emporzukriechen. Nicht nur im Hause sondern auch auf der Promenade etc. fiel der Kranke oft, so dass er sehr häufig für betrunken gehalten und nach Hause oder nach der Polizei gebracht wurde. Er soll aber niemals Spirituosen getrunken haben.

Manchmal ging der Kranke rückwärts, aber nur einige Schritte. Drehbewegungen hat er nicht gemacht, der Gang war stets wacklig und langsam.

Des Nachts schlief der Kranke gut, am Tage war er nie ruhig, konnte keine halbe Stunde still auf dem Stuhle sitzen, rutschte auf diesem hin und her, zuckte mit den Achseln, zitterte oft, ging nach der Kommode hin und drehte zwecklos an den Schlüsseln herum; zog die Kasten auf und nahm die Wäsche etc., die darin war, heraus; dann ging er wieder nach dem Hofe heraus, fuhr mit dem Schubkarren nutzlos umher, einmal $^1/_2$ Stunde weit ins Feld, zog im Garten brauchbare Pflanzen aus und wiederholte dies, obgleich man ihn gebeten hatte, es nicht zu thun; zuweilen nahm er die Harke

und harkte Pflanzen weg. Wenn er Gegenstände anfassen wollte, so fehlte ihm das Urtheil über die Entfernung seiner Hand von dem Gegenstande, so dass er diesen sehr häufig umstiess, oder daneben griff. Das Sehvermögen war gut. Weil er sehr häufig Gefässe fallen liess und zerbrach, wurde ihm das Essen und Trinken in hölzernen Schalen gereicht.

Oftmal sah man den Kranken an gefährlichen Orten, auf dem Gerüste eines Hauses, welches im Herbste v. J. gebaut wurde (von dem er im März 1860 herabfiel und sich die später erwähnten Fracturen zuzog); auf den Balken der Scheune wurde er ebenfalls mehrmals gesehen; überhaupt hatte er eine unwiderstehliche Neigung zu „klettern." Sobald eine Leiter an das Haus angelehnt war, so stieg Vogel hinauf; lagen Baumstämme da, so kletterte er darauf herum und häufig kam es dann, dass er fiel, aber immer wieder hebt die Pflegefrau hervor, dass er auf den Rücken und nie auf das Gesicht, selten auf die Seite gefallen sei.

Als Beweis für die Unempfindlichkeit des Kranken giebt die Frau bei der der Kranke in der letzten Zeit wohnte, Wittwe Zelk (Rostock) an, dass er ein Beingeschwür, an dem er seit langer Zeit litt, so fest mit einem Strick umwickelt habe, dass der ganze Unterschenkel stark angeschwollen war. Nach langem Zureden nahm der Kranke den Strick ab und schabte dann den „schwarz" aussehenden Geschwürsgrund mit einem Holzspahn aus. — Als er ferner im Monat October v. J. einmal wieder rückwärts die Treppe herab gefallen war, hatte er sich stark blutende Wunden am Hinterkopf (s. weiter unten) zugezogen, die Frau konnte nur mit Mühe die Blutung stillen, Vogel empfand so wenig von den Schmerzen, dass er Essen verlangte und fortwährend das Gesicht nach einer mit Essen gefüllten Schüssel, die in der Nähe stand, drehte.

Wenn sich der Kranke etwas vorgenommen und an der Ausführung gehindert wurde, so machte er immer wieder den Versuch, das Vorhaben auszuführen. Einmal wurde er 3—4 Mal von einer Leiter weggejagt, aber immer wieder stieg er auf ihr empor.

Der Appetit des Kranken war sehr gut; er ass zu jeder Zeit, wenn er etwas bekam und war in der Wahl der Speisen nicht ekel. Durst hatte er selten. Der Stuhl wahr sehr träge, „8—14 Tage", giebt die Frau an, soll er zuweilen keinen gehabt haben.

Ueber Schmerzen klagte er nie, nur zuweilen über „Nackenschmerzen." Er war sehr frostig, sass gern hinter dem Ofen und merkte es manchmal erst spät, wenn er sich die Finger verbrannte.

Erbrechen hatte Patient nie; ebensowenig wurden Krämpfe an ihm beobachtet. Urinentleerung normal.

Am 24. October 1859 stürzte der Kranke circa 15 Stufen einer hölzernen Treppe rückwärts herab und kam dabei so zu fallen, dass er auf dem Rücken lag, der Kopf nach unten und die Beine vor über den Kopf zusammengeschlagen. Er war nicht bewusstlos, konnte aber nur mit Mühe aufgerichtet werden. Einmal stehend, ging er dann, wenig unterstützt, die Treppe hinauf nach seiner Kammer. Die Blutung aus einigen Wunden am Hinterkopf soll sehr stark gewesen sein. Ueber Schmerzen klagte Patient nicht, sondern verlangte etwas zu essen. Erbrochen hat er nicht. Circa 6 Stunden nach dem Falle wurde er ins Krankenhaus getragen, woselbst sich folgender Stat. praes. ergab:

Der Kranke ist vollkommen bei Besinnung, antwortet langsam und manchmal undeutlich, aber richtig auf die an ihn gestellten Fragen. Er kann gehen und stehen und die Extremitäten langsam und energielos, aber sonst in normaler Weise gebrauchen. Patient spricht nur, wenn man ihn fragt, klagt nicht über Schmerzen; dass er rücklings die Treppe herabgefallen ist, dass er überhaupt gewöhnlich rückwärts fiel, giebt der Kranke zu.

Kleidungsstücke sind stark mit Blut befleckt, die Haare durch Blutcoagula verklebt.

Der Kranke zittert nicht, kleidet sich zum Theil selbst aus, seine Bewegungen sind unsicher; oft greift er neben den Gegenstand, den er anfassen will.

P. 68. voll. R. 24. T. nicht erhöht.

Er ist mittellang, Muskulatur schlaff und schwach. Haut grauweiss, dünn, ohne Exanthem, trocken. Subcutanes Zellgewebe fettlos. Der Kopf ist regelmässig gebaut. Auf der Mitte des Hinterkopfes sieht man nach Entfernung der Haare eine 3″ lange, in der Mittellinie verlaufende, circa $1/4$″ klaffende, mit Blutcoagulis ausgefüllte Wunde, welche nicht mehr blutet. Nach Entfernung der Coagula spritzte eine kleine Arterie; die Ränder der Wunde sind ziemlich scharf, der Knochen liegt nicht frei. Fremde Körper können nicht in der Wunde gefühlt werden. Es wurden drei Knopfnähte angelegt, worauf die Blutung stand. Links und etwas nach unten von dieser Wunde findet sich eine zweite Wunde, welche zwei circa $1/2$″ lange Schenkel hat, die unter einem spitzen Winkel zusammenlaufen. Im Uebrigen gleicht diese Wunde ganz der vorigen. Es wurden drei Knopfnähte angelegt. — Feuchtwarme Ueberschläge auf die Wunden.

Weitere Verletzungen am Kopfe können nicht wahrgenommen werden.

Gesicht ist bleich, welk. Augen normal. (Pupillen mittelweit, gleichweit auf beiden Augen. Iris reagirt gut auf Lichtreiz.) Athmet mit offenstehendem Munde; kein Nasenflügelathmen. Die Zunge ist an den Rändern etwas belegt, ziemlich trocken. Beim Vorstrecken zittert sie nicht; sie wird gerade vorgestreckt. Die Zähne sind nur zum geringeren Theile noch vorhanden; Rachentheile normal.

Eine Ungleichheit in der Muskelaction auf beiden Gesichtshälften oder sonstige halbseitige Gesichtslähmungssymptome sind nicht vorhanden.

Hals lang, mager. Keine abnorme Gefässpulsation daselbst sichtbar; kein Anaemiegeräusch.

Der Thorax ist ziemlich geräumig gebaut. Die physikalische Untersuchung des Herzens ergiebt kaum fühlbaren Herzstoss zwischen cost. V—VI, $1^1/_2$″ nach links von der linken Parasternallinie. Die Herz- und Arterientöne sind beide dumpf, Geräusche sind aber nicht hörbar. Der zweite Pulmonalton ist nicht mehr accentuirt, als der zweite Aortenton. Die Herzdämpfung ist normal. Bei der Percussion der Lunge findet sich rechts und links unter der Clavic. voller heller Ton, rechts bis cost. VI, links bis cost. IV. Bei der Auscultation rauhes Vesiculärathmen. Hinten am Thorax ergiebt die Percussion nichts Abnormes, die Auscultation feuchtes, dichtes, kleinblasiges Rasseln über beiden unteren Lungenlappen. Der Bauch ist schlaff, bei Druck nirgends empfindlich, tympanitisch schallend. Die Leber überragt den Thoraxrand in der Papillarlinie nicht, den Proc. xiphoid. $1^1/_2$″, die Mittellinie nach links 1″. Die Milzdämpfung ist $2^1/_2$—$1^1/_2$″.

Genitalien sind normal. Ebenso zeigt die Untersuchung der Extremitäten nichts Abnormes, ausser mehreren alten Geschwürs- und anderen Narben.

Sputa und Stuhl sind noch nicht vorhanden. Urin dunkelgelb, klar, von saurer Reaction, ohne Eiweiss.

25. Oct. Hat sehr gut geschlafen und verlangt heute mehr zu essen. Keine Kopfschmerzen. Ein normaler Stuhl.

26. Oct. Entfernung der Nähte; die Wundränder liegen gut aneinander. P. 72. T. normal. R. 24.

31. Oct. Subjectives Befinden sehr gut. Der Kranke verlangt aufzustehen, macht auch häufig den Versuch dazu, da es ihm aber nicht gestattet wird, so beruhigt er sich bald. Er schläft viel, hat fortwährend Hunger. Kein Durst. P. und

T. normal. Die prima intent. vollkommen gelungen. Vor ca. 4 Tagen hat sich der Kranke heisse Suppe auf den Bauch gegossen; heute erst giebt er an, dass er Jucken auf dem Bauche habe und bei der Untersuchung finden sich 6 bis 8 Schillingstück- bis Handtellergrosse mit rothbraunen Schorfen bedeckte Brandwunden, in deren Umgebung die Haut etwas geröthet ist. Obgleich die Brandwunden gar nicht unbedeutend sind, so hat Patient doch fast gar keine Schmerzen.

4. Nov. Die Schorfe haben sich gelöst, die Brandwunden eitern stark — Theersalbe. — Subject. Befinden des Kranken ganz gut. Kein Fieber. Kopfwunden verheilt.

17. Nov. Brandwunden fast ganz verheilt. In den letzten Tagen war Patient ausser Bett, es war ihm aber nicht gestattet, aus dem Krankenzimmer zu gehen; den Versuch dazu machte er oft. Er sass grösstentheils im Lehnstuhl und schlief. Er sprach wenig, antwortete langsam, aber richtig auf die an ihn gestellten Fragen. Geht auf sein Verlangen ab.

Den 10. März 1860 wurde der Kranke wieder ins Krankenhaus gebracht. Er war seiner früheren Gewohnheit nach auf eine Leiter gestiegen, welche zu dem Gerüste eines Hauses führte, und von dieser aus einer Höhe von ca. 12—15′ rückwärts herabgestürzt und mit der rechten Seite auf Bausteine gefallen. Das Bewusstsein verlor er nicht, konnte aber weder gehen noch stehen, sondern wurde bald nach dem Falle in's Krankenhaus getragen.

St. praes. Der Kranke ist fieberfrei. Die allgemeinen Körperverhältnisse sind dieselben wie sie schon in voriger Krankengeschichte erwähnt wurden. Der Kranke weiss nicht anzugeben, wo und wie er gefallen ist, antwortet aber richtig auf die an ihn gerichteten Fragen. Den linken Arm und das linke Bein kann er gut bewegen, weniger ist das mit dem rechten Beine, fast gar nicht mit dem rechten Arme der Fall.

P. 96. voll, T. nicht erhöht. R. 40.

Der Kopf ist regelmässig gebaut, frische Verletzungen können an demselben nicht gefunden werden. Die Pupillen sind gleichweit, reagiren normal. Gesicht bleich. Zunge stark belegt, feucht, Rachentheile normal.

Die unteren Partien der rechten vordern Seite des Halses sind stark geschwollen, mit Blut unterlaufen, teigig anzufühlen.

Der Thorax wird mit grosser Gewalt gehoben, die rechte Thoraxhälfte bewegt sich aber auffallend weniger, als die

linke. Ueber der ganzen vorderen Seite des Thorax hört man grobes Schnurren und Rasseln. Die Herztöne sind dumpf, aber deutlich hörbar. Rechts unter der clavic. ist der Ton etwas gedämpft. Die ganze rechte Schultergegend ist bedeutend mehr geschwollen, als die linke. Verfolgt man die rechte Clavicula nach dem Acrom. zu, so fühlt man deutlich Crepitation. Ebenso fühlt man Crepitation, wenn man die Hand flach auf die rechte Thoraxhälfte legt, oder zwei Finger auf die einzelnen Rippen setzt und diese nach einwärts drückt. Diese Erscheinungen sind der Art, dass man auf eine Fractur mehrerer Rippen schliessen muss.

Legt man die Hand auf das rechte Os ilium, so kann man ebenfalls sehr deutliches Crepitiren wahrnehmen, sobald man das Bein bewegt.

Hautemphysem ist nicht vorhanden; Blut hustet der Kranke nicht aus.

An der rechten Körperhälfte finden sich viele grössere und kleinere Blutergüsse, der grösste an der rechten Beckenseite. Der Leib ist aufgetrieben, weich, nicht sehr schmerzhaft. — Ord.: Eiswasserüberschläge auf die Fracturen.

Gegen Abend starke Auftreibung des Leibes (tympanitischer Percussionston). Ord.: Stuhlzäpfchen. — Bald darauf reichlicher Stuhl.

11. März. P. 104. R. 44. Starkes Trachealrasseln. Auf der Brust fast überall kleinblasiges Rasseln hörbar. Der Kranke ist ziemlich unbesinnlich, der Appetit aber noch gut. Urin normal, nur etwas dunkel. Abends P. 108. R. 44.

12. März. P. 108. Patient hat die Nacht über nicht geschlafen, viel geröchelt und gestöhnt. Sensorium stark umnebelt. Keine Lähmungserscheinungen. Pupillen gleichweit. Der Appetit ist noch sehr gut.

Rechts oben unter der Clavicula etwas Dämpfung, daselbst sehr lautes dichtes Rasseln.

Gegen Abend collabirte der Kranke etwas. Ord.: Tinct. opii benz. stündlich 10 Tropfen.

13. März. Der Zustand des Kranken hat sich wesentlich verschlechtert. Das Bronchialrasseln ist so stark, dass man die Herztöne nicht durchhören kann.

P. 108. aussetzend. R. 44. oberflächlich. Nur bei starkem Anrufen öffnet der Kranke die Augen. Er athmet mit offenem Munde. Suppe sowohl als feste Speisen, die ihm dargereicht werden, schluckt er schnell und leicht. Urin und Stuhl in's Bett.

14. März. Vollkommene Bewusstlosigkeit. Agonie früh 10 Uhr, Tod 2 Uhr.

Sectionsbericht (36 Stunden nach dem Tode). Die Besichtigung des Cadavers zeigte ausser einigen mehr oder weniger röthlich blauen bis grünlich gefärbten, wenig ausgebreiteten Ekchymosen an der rechten Körperhälfte nichts Abnormes. Leichenstarre bedeutend. Todtenflecke dunkel, wenig ausgebreitet.

Vor der Eröffnung der Brusthöhle ward der Bruch der Clavicula untersucht. Man fand ca. 1'' von der Pars acromial. ein 1'' langes Stück ganz aus der Continuität des Knochens heraus- und so um seine Axe gedreht, dass es von vorn nach hinten, die normale Richtung der Clavicula rechtwinklig kreuzend, gerichtet war. Das Stück war überdies noch in zwei Splitter, die einander ziemlich eng anlagen, durch eine Längslinie getheilt. Die ganze Umgebung der Bruchstellen war mürbe, matsch, mit Blut getränkt. Beim Abpräpariren der Brusthaut fanden sich rechterseits zwischen M. pectoral. maj. und den Mm. intercost. extern. im 2., 3. und 4. Zwischenrippenraum Extravasate. Die 2. Rippe war 2 Zoll, die 3. circa $3^1/_4$ Zoll, die 4. $3^3/_4$ Zoll von ihrer betreffenden Sternalinsertion gebrochen. Bei Herausnahme der Lungen zeigte sich rechts und hinten eine zweite Bruchlinie, die von der 3. Rippe, ungefähr 4'' von der Wirbelsäule beginnend, sich bis zur 10. Rippe schräg von oben und aussen nach unten und innen erstreckte. Die Rippen waren eingeknickt und man fühlte von der Brusthöhle aus die Bruchlinie als scharfe Hervorragung.

Die Lungen zeigten vorn und unten besonders an den Rändern Emphysem und in den oberen Lappen (bes. rechts) starkes Oedem. Bronchialschleimhaut geröthet und gewulstet. Pulmonalgefässe normal. Die unteren Lungenlappen waren schwerer, weniger lufthaltig, blutreicher, etwas derber. In der Aorta Atherom. Herz gesund. Milz klein, breiig, weich. Därme leer, aufgetrieben. Das Mesocolon rechterseits stark blutig infiltrirt. Das os ilium dextr. zerbrochen. Die Bruchlinien verliefen ungefähr in beistehender Art. Die Spina ant. sup. war ganz abgelöst, ebenso das hintere Bruchstück. Das mittlere sass an einem Rande noch fest. Eine Bruchlinie gegen das Acetabulum war ebenfalls zu fühlen.

spina post. sup.

spina ant. sup.

Schädelhöhle. Das grosse Gehirn bietet nichts Abweichendes in Form und Blutgehalt. Die Basilararterien waren nicht oder nur wenig atheromatös. In dem Arachnoidealsack war keine Flüssigkeit. Das kleine Gehirn war namentlich an seiner unteren, hinteren Fläche atrophisch, und mindestens um die Hälfte kleiner. Die einzelnen Lamellen sind von einander abstehend. In dem Theile des Arachnoidealsackes, der über diese atrophischen Stellen des Kleinhirns wegliegt, befindet sich eine weingelbe Flüssigkeit (ca. ℥β). Die angegebene Quantität Flüssigkeit wurde nach Eröffnung der Schädelhöhle zum Zwecke einer weiteren Untersuchung mit Hülfe eines Löffels aufgefangen, bei der Schädeleröffnung selbst ist aber schon ziemlich viel von der Flüssigkeit weggeflossen; wie viel das aber gewesen sein mag, ist mit Bestimmtheit nicht anzugeben, da keiner der bei der Section Anwesenden genau darauf geachtet hat.

Auch die mit dem Löffel aufgefangene Flüssigkeit ist später aus Versehen weggegossen worden und kann deshalb über den Eiweissgehalt derselben etc. nichts Näheres angegeben werden.

Das in verdünnter Chromsäure aufbewahrte Gehirn befindet sich in der pathol.-anat. Sammlung des Krankenhauses.

Untersuchungen an einem atrophischen Cerebellum.

Von

Dr. C. Bergmann in Rostock.

Das Cerebellum des Menschen, über welchen Dr. Fiedler im Vorstehenden berichtet hat, wurde mir, in Chromsäure wohl conservirt, von meinem Collegen, Herrn Thierfelder, überlassen.

Die Atrophie tritt äusserlich in den Dimensionen, namentlich im senkrechten Durchmesser, sehr stark hervor; die bei der Section nicht bestimmte Menge von Flüssigkeit, welche den übrigen Raum der dritten Schädelgrube ausfüllte, muss sehr beträchtlich gewesen sein. Die volle Dicke einer Hemisphäre, von oben nach unten, betrug nur 22 Mm.

Ausserdem hat der Schwund auch der Oberflächenbildung, namentlich der nach oben sehenden Fläche, einen eigenthümlichen Charakter aufgedrückt: dass nämlich eine Mehrzahl von Sulci sich in breit offenstehende Spalten verwandelt haben. Auf dem senkrechten Durchschnitte stellt sich heraus, dass die kleinen Markstämme, welche von dem weissen Kerne in der Richtung nach oben sich erheben, in allen Durchmessern sich bedeutend verkleinert hatten. Da die Basis, der weisse Kern des Cerebellum, sich nun nicht in gleichem Masse verkürzt, als die Dicke der Stämmchen und zugehörigen Blattsysteme abgenommen hatte, so mussten diese klaffenden Spalten entstehen.

Um den Ausdruck des Grades der Atrophie und die Verschiedenheiten desselben in einigen bestimmten Dimensionen geben zu können, habe ich die mediane Schnittfläche dieses Cerebellum mit der eines in Weingeist erhärteten gesunden verglichen. In Ansehung der genauern Ortsbezeichnungen beziehe ich mich auf die Bezifferung der Fig. I auf Tafel III in Reil's Archiv Bd. VIII.

Der Durchmesser des stehenden Astes, zwischen den beiden Punkten, wo seine Umrisslinien an die Oberfläche des Cerebellum treten, betrug beim gesunden Cerebellum 25 Mm., beim kranken 19 Mm.

Eben so gemessen beträgt der obere Theil des liegenden Astes (*g. f. h.* bei Reil) beim gesunden Organe 23,5 Mm., beim kranken nur 12,5 Mm.

Bei der Portion *i* derselben Abbildung (Pyramide) sind die Dimensionen resp. 13,5 und 9 Mm.

Nodulus und Uvula, erheblich atrophisch, wurden nicht gemessen, weil sie etwas in der Form gelitten hatten.

Findet man das Einschrumpfungsmaass bei den eben angegebenen Theilen schon verschieden, so weicht davon noch weit mehr das Centralläppchen ab, dessen Bau, wie schon die Untersuchung mit blossem Auge und Loupe zeigt, vorzugsweise gut erhalten ist. Seine Höhe beträgt am gesunden Object 13 Mm., am kranken 12 Mm., die Dicke resp. 6 und 5,5 Mm.

Die Betrachtung von senkrecht durch die Seitentheile gelegten Schnittflächen zeigt, dass auch hier die Atrophie in sehr verschiedenem Grade eingegriffen hat. Besonders ausgebildet ist sie auch hier in den dem Rande näheren Theilen, der gesundeste Theil ist der Flocculus.

Der in der Peripherie des Organes so verschieden vorgeschrittenen Krankheit entspricht es, dass der weisse Kern zwar beträchtlich geschwunden war, aber doch noch reichlich gesundes Gewebe, viele Nervenfasern enthielt.

Der graue Mantel des gezahnten Kernes zeigt zahlreiche wohlerhaltene Ganglienkörper, deren grössere Durchmesser z. B. 0,01''' und 0,011''' P. M. betrugen. Zwischen ihnen ziehen zahlreiche Nervenfasern von beispielsweise 0,005''' Durchmesser.

Die mikroskopische Untersuchung weist eine, in den mehr atrophischen Theilen reichliche Ablagerung von hellen, kugelrunden Gebilden nach, deren Durchmesser um 0,006''' oscillirte. In einem etwas dicken Schnitte zählte ich, bei einem Gesichtsfelde von etwa $^1/_6$''' Durchmesser, 50 dieser Kugeln ohne die Einstellung zu ändern. Manche lagen freilich ziemlich ausser der Focaldistanz.

Chemische Untersuchung dieser Kugeln liess nichts von amyloider Art in ihnen erkennen. Ob die dauernde Chromsäureeinwirkung dies hat verhindern können, ist mir nicht bekannt.

Ebenfalls habe ich diese hellen Kugeln im Allgemeinen nicht als concentrisch geschichtet erkannt. Mehrfach lief allerdings eine einzelne sehr zarte Linie innerhalb des äusseren Umrisses und demselben concentrisch, in anderen Fällen aber auch bei sehr frei vorliegenden Kugeln nicht. Daher bleibt es sehr möglich, dass die mit einer solchen Linie versehenen Kugeln angeschnittene waren und die Linie, welche verschiedenen Abstand vom äusseren Umrisse zeigte, den Schnittrand bedeutete.

Der mikroskopische Befund der Blättchen zeigte, der Wahrnehmung mit blossem Auge entsprechend, sehr verschiedene Stufen der Degeneration. An einigen Stellen, welche bei einer normalen Gestalt, namentlich Dicke, der Blättchen auf dem Durchschnitte auch die regelmässige Anordnung der drei Substanzen verriethen, zeigten sich diese Substanzen auch mikroskopisch ziemlich normal; im andern Extreme bestanden die verschrumpften Blättchen fast nur noch aus feinsten Fasern, welche wohl nur dem Bindegewebe angehören konnten. In den Gegenden der stärksten Verödung waren manche Läppchen im Innern erweicht. Die Durchschnittsfläche derselben erschien schon dem blossen Auge eigenthümlich dunkel im Centrum, indem dieses eine durchscheinende Substanz enthielt. Beim Anfertigen feiner Schnitte zog sich dieses Centrum gewöhnlich so zurück, dass man eine sehr weiche Beschaffenheit desselben nicht verkennen konnte und riss auch wohl aus. Diese weiche Centralmasse enthielt Faserbündel, in verschiedener Richtung durch eine flüssige oder doch sehr weiche und an Masse sehr überwiegende Grundsubstanz ziehend.

Einiges Erwähnenswerthe boten schon die am meisten gesund gebliebenen Theile. Die Zahl der Ganglienkörper in denselben dürfte wohl unter der Norm sich befunden haben. Dabei will ich, wiewohl über den Werth der Wahrnehmung zweifelhaft, nicht verschweigen, dass ich an den durchsichtigsten unter meinen Stücken aus der grauen Substanz des Flocculus nirgends die Verästelungen der Ganglienkörperfortsätze mit Sicherheit zu erkennen vermochte, welche doch sonst einen so bestimmten Charakter haben, dass sie mit Sicherheit noch in ziemlich kleinen Fragmenten und ohne Zusammenhang mit Ganglienkörpern zu erkennen sind Indessen war die graue Substanz hier im Allgemeinen nicht sehr durchsichtig, wie sie das auch bei gesunden Theilen nicht immer nach Chromsäurebehandlung ist und dann auch in solchen die Beobachtung dieser Fortsätze beeinträchtigt. Immerhin vermuthe ich, dass sie hier nur sparsam vorhanden

gewesen sein müssen, da Wahrnehmungen am Centralläppchen, welches an Qualität gegen den Flocculus eher etwas zurückstand, bewiesen, dass die Fortsätze doch gesehen werden konnten. Dass sie im Flocculus nicht durchaus fehlten, durfte nach der Gestalt einiger Ganglienkörper angenommen werden, indem diese kurze, offenbar abgeschnittene Stümpfe der Aeste darboten.

Auffallend deutlich fand ich stellenweise im Flocculus eine (nach den Wahrnehmungen Anderer auch dem gesunden Zustande zukommende) feine Streifung, wie von Fasergängen, welche in der tiefsten Schicht der grauen Substanz, nächst und parallel der Oberfläche der rostfarbenen Substanz, verliefen.

Die Untersuchung des Centralläppchens ergab positive Anhaltspunkte für die Ansicht, dass die Ganglienkörper bei dem atrophischen Processe ihre Aeste verlieren können, um dann vielleicht schliesslich total zu Grunde zu gehen.

Während nämlich allerdings, wie eben gesagt, hier an einzelnen Stellen in der grauen Substanz sicher die im Flocculus vermissten Fragmente von Verästelungen der Ganglienkörper gesehen werden können, zeigten sich an andern Stellen Ganglienkörper in so eigenthümlicher Weise ohne Fortsätze, dass man nicht wohl annehmen konnte, dieselben seien durch den Schnitt entfernt.

Es hatte sich nämlich an mehreren Stellen, am Gipfel des einspringenden Winkels zwischen zwei benachbarten Blättchen, ein schmaler heller Streif zwischen der grauen und rostfarbenen Substanz gebildet; man hätte glauben können, diese Substanzen, deren Zusammenhang ja ein sehr verletzbarer ist, seien auseinander gerissen. Dagegen aber sprach nicht nur die Schwierigkeit einer so localen Zerreissung, da von beiden Enden des scheinbaren Spaltes aus die beiden Substanzen wieder in der gewöhnlichen Verbindung mit einander standen, sondern auch der Umstand, dass eben in diesem hellen Raume Ganglienkörper bemerkt wurden. Diese bleiben, wenn die graue Substanz von der tieferen Schicht abreisst, doch immer in ihr eingehüllt.

Diese Ganglienkörper nun zeigten sich von einer so bestimmt abgerundet ovalen Gestalt, in ihrer relativ durchsichtigen Umgebung so ohne Spur und Anlage von Fortsätzen, dass ich an dem pathologischen Verluste derselben hier nicht zweifeln kann.

Die weisse Substanz des Centralläppchens enthält reichliche Nervenfasern. Die hellen Kugeln finden sich hier sehr selten.

Bemerkenswerth ist die schon in diesem relativ gesunden Theile sich deutlich offenbarende Verkümmerung der rostfarbenen Substanz. Während dieselbe an manchen Stellen noch reich an Körnern ist, finden sich deren an andern sparsamer vor; die Schicht ist hell, selbst die einzelnen Körner scheinen einen weniger harten Umriss zu haben. Zwischen ihnen werden überall feine Fasern sichtbar.

Dieses Schwinden der rostfarbenen Substanz ist dann noch weiter gediehen schon in den zunächst an das Centralläppchen stossenden Blättchen, welche übrigens noch zu den wenig atrophischen gehören. Die drei Substanzen sind hier nur noch stellenweise zu unterscheiden, namentlich die Gränzen der rostfarbenen und grauen Schicht an manchen Stellen verwischt, die erstere überall sehr licht. Einzelne Fasern derselben schienen Nervenfasern zu sein, waren jedoch (in Glycerin) sehr blass.

In den mehr atrophischen Theilen ist dann eben so wenig mehr eine Spur von Ganglienkörpern, als von den Körnern der rostfarbenen Schicht zu erkennen; die sehr verschrumpften Läppchen enthalten ausser den erwähnten hellen Kugeln, einzelnen problematischen Nervenfasern und — in den stärkst veränderten Theilen — der erwähnten gallertigen Masse, nur feinste Fasern und Kerne, meist ovaler Gestalt, hier und da ziemlich reichlich, welche von den gewöhnlichen des Bindegewebes sich nicht unterscheiden.

So gewähren diese Theile das Bild, dass die wesentlich nervösen Gewebe aus ihnen vollständig oder fast vollständig verschwunden sind und einfach ihr Bindegewebsgerüste hinterlassen haben.

Dieser Gewebsbeschaffenheit verdankte das Cerebellum auch unzweifelhaft seine eigenthümliche, beim Anfertigen mikroskopischer Schnitte auffallende Elasticität, eine Eigenschaft, welche den Chromsäurepräparaten des gesunden Cerebellum durchaus nicht eigen ist.

Die Verschrumpfung, welche in Folge dieser Subtraction der nervösen Theile eingetreten ist, drückt sich auch in einer mikroskopischen Modification der Oberfläche des Kleinhirnes aus. Dieselbe ist nämlich durchweg runzlig geworden. Diese Runzelung erscheint an den Oberflächenrändern der Präparate in Form theils langer schmaler, theils kürzerer rundlicher Hervorragungen. Um diesen Charakter der Oberfläche genauer kennen zu lernen, habe ich ausser den gewöhnlichen, senkrecht gegen die Ränder der Blätter geschnittenen Präparaten, auch Schnitte den Rändern parallel geführt, also z. B. in den

Rand des, in seiner normalen Lage gedachten, Organes, horizontal eingeschnitten und auch dann den Rand der Präparate eben so eingezackt gefunden.

Diese kleinen Runzeln waren oft recht durchsichtig und zeigten in ihrem Innern gegen die Oberfläche ansteigende Fasern, welche natürlich in den rundlich hervortretenden Theilen eine einigermassen radiale Richtung hatten.

Die der Oberfläche entsprechende Begrenzung zeigte sich an verschiedenen Stellen verschieden und es schien hier eine feine homogene Membran, eine Membrana limitans cerebelli, wie ich sie beim Kätzchen früher erkannt habe, sich vorzufinden. An manchen Stellen war der Umriss sehr scharf und rein, die erwähnten, mehr oder minder radial laufenden Fasern des Innern schienen mit einem dünnen die Oberfläche deckenden Blättchen in Verbindung zu stehen. Indessen war doch ein doppelter Umriss an dem Durchschnittsbilde des Blättchens nicht mit Sicherheit wahrzunehmen. Dagegen war an andern Stellen die Oberfläche rauh und dann in kleiner Entfernung von ihr ein zartes davon abgehobenes und den Umriss der Runzel wiederholendes Häutchen wahrzunehmen, an dessen concaver Innenseite man noch Reste der Substanz des Cerebellum, von der erwähnten rauhen Oberfläche abgerissen, bemerkte.

So wenig diese Beobachtungen an zwingender Deutlichkeit sich mit denen vergleichen lassen, welche mir das Kleinhirn kleiner Kätzchen gewährt hat, so beruht das doch wohl nur auf ausserwesentlichen Umständen und auf grösserer Zartheit der Membrana limitans.

Das Vorhandensein eines solchen structurlosen aber mit Fasern, welche in das Organ eindringen, zusammenhängenden Blättchens ist seitdem an der Oberfläche der Hirnrinde auch von Kupffer (Stephany, Beiträge zur Histol. der Rinde des grossen Gehirns, Dorpat 1860) erkannt.

Kupffers Abbildungen weichen von dem, was ich am Kätzchen sahe, darin merklich ab, dass bei dem letztern die nach innen dringenden Fasern viel weniger netzartig verbunden sind, vorwiegend grade nach Innen laufen nnd so mit den Radialfasern der Netzhaut mehr Aehnlichkeit darbieten. Ihr Zusammenhang mit dem structurlosen Blättchen an der Oberfläche muss an der von Kupffer angenommenen nervösen Natur dieser Fasern Zweifel erregen. Der Zusammenhang mit den Ganglienkörpern ist gewiss ein sehr schwer sicher zu stellendes Verhältniss.

Ich erlaube mir noch schliesslich, besonders darauf hinzuweisen, dass die beobachtete grosse Empfindlichkeit der rostfarbenen Schicht gegen den atrophischen Process wohl geeignet ist, die Vorstellung zu unterstüzen, dass ihre Körnchen wesentlich dem Nervensysteme angehören. Nach älteren Notizen habe ich sie auch bei Zerlegungen frischer Subst. ferruginea im Zusammenhange mit Nervenfasern (nicht den feinen Fasern, welche Gerlach abbildet) gesehen.

Kritische und experimentelle Untersuchungen über die Functionen des Gehirns.

Von

Rudolph Wagner.

II.

Untersuchungen über das kleine Gehirn, mit besonderer Rücksicht auf klinische Erfahrungen.

Einleitung.

Als Fortsetzung der im Band V dieser Zeitschrift niedergelegten ersten Reihe meiner Arbeiten über die Functionen des Gehirns, gebe ich hier eine Darstellung meiner Untersuchungen über das kleine Gehirn.

Dieselben sind im Auszuge von mir der K. Gesellschaft der Wissenschaften übergeben, in den Nachrichten von der Universität und der K. Gesellsch. der Wissensch. abgedruckt*), in einer grösseren Anzahl von Separat-Abdrücken privatim mit dem Wunsche vertheilt worden, den Verf. mit weiterem vorzüglich klinischem Material zu versehen. Dieses ist aber, trotz wiederholter Zusagen, innerhalb zwei Jahren nur im sparsamsten Masse erfüllt worden, so dass ich wohl die Hoffnung aufgeben darf, vollständigere und noch unpublicirte klinische Erfahrungen mittheilen zu können. Dankbar erwähne ich jedoch, dass Herr Prof. Bamberger in Würzburg mir Fälle von Kleinhirn-Krankheiten aus seiner Beobachtung mittheilte, dass Herr Geh. Medizinalrath Wunderlich in Leipzig mir Abschriften von

*) Vergl. Jahrgang 1858 der Nachrichten, Nr. 24 (Nov. 29.), Nr. 26 (Dec. 13.). 1859 Nr. 6 (März 21.). 1860 Nr. 4 (Januar 30.). Ich verweise in Bezug auf manche, gegenwärtig nicht weiter berührte Einzelheiten auf diese Aufsätze, welche theils vollständig, theils auszugsweise auch in Froriep's Notizen für Natur- und Heilkunde übergegangen sind.

drei Fällen von Erkrankungen am kleinen Gehirne aus seiner Klinik übermachte, dass Herr Prof. Griesinger, noch von Tübingen aus, mir die unter seinem Präsidium im J. 1858 von Fr. Weidler aus Ulm gelieferte, mit einigen sehr sorgfältigen Krankengeschichten gezierte Inaugural-Abhandlung „über die Krankheiten des kleinen Gehirns" so wie einen Separat-Abdruck seiner „diagnostischen Bemerkungen über Hirnkrankheiten aus dem Leipziger Archiv der Heilkunde Bd. I" gütigst übersandte. Ebenso hatte Herr Prof. Bergmann die Gefälligkeit, mir einen Fall aus dem Rostocker Krankenhause im Manuscripte zukommen zu lassen. Seit meiner Publication sind noch einige weitere Fälle bekannt gemacht worden und es sind seitdem auch einige Lehrbücher der Physiologie in Deutschland neu erschienen oder neu aufgelegt worden, welche, wenn auch meist nur sehr kurz, auf die Functionen des kleinen Gehirns eingehen. Gerade diese letzteren, welche eben zeigen, dass die bekannt gewordenen klinischen Erfahrungen nicht nur meist nicht benutzt, sondern selbst unrichtig citirt und zu falschen Schlüssen verwendet worden sind, bestimmen mich, hier eine vollständigere Darstellung des mir vorliegenden Materials zu geben, ohne dasselbe noch zu erschöpfen, in der, freilich immer mehr schwindenden Hoffnung, dass es mir vielleicht doch gelingen werde, noch weitere Mittheilungen zu erhalten.

Ich schliesse im Nachfolgenden alles aus, was sich auf die reine Anatomie und Histologie des Gehirns, insbesondere des menschlichen, bezieht. Alle die hierher gehörigen Untersuchungen, fremde und eigene, sind bis jetzt durchaus nicht physiologisch zu verwerthen. Sie sind interessant genug, weil sie das kleine Gehirn als ein abgeschlossenes System eigenthümlicher multipolarer Ganglienzellenformen, mit charakteristischen gleichmässigen Merkmalen bei allen Wirbelthieren, und bestimmter Faserzüge darstellen, deren einstige Verwerthung für die Physiologie von der grössten Wichtigkeit sein wird. Ich werde am Schlusse dieses ersten Theils der Abhandlung auf die histologischen Momente noch einmal zurückkommen.

Ursache, warum die Untersuchungen über das kleine Gehirn an die Spitze der Hirn-Untersuchungen gestellt werden.

Verschiedene Ursachen bestimmen mich, die Fragen nach der Physiologie des Gehirns oder der physiologischen Function der einzelnen Hirntheile beim kleinen Gehirn zu beginnen.

Das kleine Gehirn ist nämlich beim Menschen, bei den Säugethieren und Vögeln derjenige grössere Hirntheil, welcher am meisten abgesondert von den anderen Theilen des Gehirns besteht, welcher am leichtesten ganz oder zum Theil durch das Experiment bei Thieren entfernt werden kann, und welcher am häufigsten beim Menschen pathologisch entartet angetroffen wird, ohne dass andere Hirntheile mit ergriffen werden, an welchem man auch unter allen grösseren und abgegrenzten Hirngebilden die beträchtlichsten Substanzverluste bei längerem Fortbestande des Lebens und öfters selbst mit geringen Störungen wahrgenommen hat.

Ferner ist das kleine Gehirn dasjenige als ein eigenthümliches, abgeschlossenes System von Fasern und Ganglienzellen, von Mark und Kortikalsubstanz, bestehende und auffällige Hirngebilde, über dessen muthmassliche Functionen die grössten Controversen bestehen, über welches die Hypothesen auch gegenwärtig am meisten aus einander gehen und das, schon aus diesem Grunde, zu jenen grösseren Hirnabschnitten gehört, deren Function noch gerade neuerdings als gänzlich unbekannt bezeichnet werden konnte, während auf der anderen Seite demselben wenigstens ein paar Functionen zugeschrieben wurden, worüber die Experimentatoren, zum Theile selbst Pathologen, mehr einig zu sein schienen, als über andere Hirnpartien.

Mich selbst zog das kleine Gehirn deshalb vorzüglich an, weil ich glaubte, es müsste sich hier wenigstens eine Hauptfrage mit Sicherheit entscheiden lassen, nämlich die: ob im Gehirne wie im Rückenmark und in den Nerven, grössere zu eigenthümlich umschriebenen Abtheilungen verbundene Faser- und Ganglienzellengruppen vorkommen, welche bei der eigentlichen Production von seelischen Erscheinungen (Empfindungen, gewollte Bewegungen und Vorstellungen) nicht betheiligt sind oder an denen weiter, wie in den vorderen und hinteren Rückenmarkssträngen und den entsprechenden Nervenwurzeln, gesonderte Abtheilungen für Leitung der Empfindung oder Bewegung nachgewiesen werden können. Der ungemein grosse Einfluss, welchen die Entdeckung von Charles Bell über die verschiedene Function der hinteren und vorderen Nervenwurzeln, die mir trotz neuerer Einwürfe ganz festzustehen scheint, auf die gesammte Nervenphysiologie ausgeübt hat, muss nothwendig eine verlockende Wirkung auf alle diejenigen haben, welche mit Fragen über das Wechselverhältniss einzelner möglichst isolirten Hirntheile zu den seelischen Thätigkeiten sich beschäftigen.

Haupt-Ansichten über die Functionen, welche man dem kleinen Gehirn zugeschrieben hat.

Es kann hier durchaus nicht meine Absicht sein, einen vollständigen historischen Ueberblick über die verschiedenen Meinungen zu geben, welche sich in Bezug auf die Functionen des kleinen Gehirns geltend gemacht haben. Ich verweise alle solche, welche sich näher mit diesen Angaben bekannt machen wollen, auf das vorzügliche Werk von Longet, das wir noch dazu in einer vortrefflichen deutschen, reich mit Zusätzen ausgestatteten Uebersetzung von dem hoffnungsvollen, allzufrüh verstorbenen Hein besitzen. Ich habe bei Longet alles Historische stets in zuverlässiger Weise benutzt und zusammengestellt gefunden.

Nur eine allgemeine Uebersicht der verschiedenen Annahmen mag hier am Orte sein, wobei ich alle Special-Citate weglasse, welche sich bei Schriftstellern finden, die Longet angeführt hat.

Von den ältesten bis zu den neuesten Zeiten hat man dem kleinen Gehirn eine oder mehrere der drei Grundfunctionen der Centraltheile des Nervensystems zugeschrieben. Es ist dasselbe bald als ein rein der Bewegung vorstehendes Organ, bald als Hauptempfindungsorgan, bald als specieller Sitz zusammengesetzter Seelenthätigkeit betrachtet worden.

So erklärte Rolando das kleine Gehirn nach seinen Versuchen bei allen vier Wirbelthierklassen für die eigentliche Centralquelle aller willkürlichen Bewegungen, während früher Thomas Willis es gerade als die Quelle aller unwillkürlichen insbesondere der Athmungs-, Herz- und Darmbewegungen ansieht. Indem diese also in das kleine Gehirn ein allgemeines Anregungsprincip der gesammten motorischen Kräfte des Organismus verlegen, betrachtet bekanntlich Magendie dasselbe als den Sitz eines besondern Triebs zum Vorwärtsbewegen, das von einem andern im Streifenhügel seinen Sitz haben sollenden Triebe zum Rückwärtsbewegen compensirt werden soll und Budge hält gerade wieder das kleine Gehirn für einen Hemmungsapparat der ungezügelten Bewegungskraft.

Eine ganze Anzahl Schriftsteller sind geneigt, das kleine Gehirn für ein Empfindungsorgan zu halten und zwar wird, wegen der nahen Lage des Hörnerven, dasselbe besonders gerne mit der Empfindung des Gehörs in Zusammenhang gebracht. Dugès*) z. B. sieht das kleine Gehirn als ein vor-

*) Traité de physiologie comparée. Tome I. p. 353. 354.

zugsweise der Empfindung, namentlich der Geschmacks- und Gehörsempfindung dienendes Organ an. Gall und die Phrenologen, denen einzelne Aerzte und Chirurgen nach angeblichen pathologischen Erfahrungen beistimmen, verlegen bekanntlich den Geschlechtstrieb in das kleine Gehirn.

Theilnahme an den höheren psychischen Functionen haben die meisten Experimentatoren und Aerzte, namentlich die zuverlässigeren des Auslandes, wie Flourens, Bouillaud, Andral u. a. m. dem kleinen Gehirn abgesprochen, während andere, wie Longet, diese Frage für unentschieden erklären und ein Theil unserer deutschen Aerzte wenigstens nur Theilnahme des kleinen Gehirns an den höheren Sinnesthätigkeiten nach ihren pathologischen Erfahrungen für wahrscheinlich halten.

Nur sehr wenige Naturforscher und Aerzte betrachteten das Gehirn als Träger complexer psychischer Thätigkeiten. So erklärt Carus in Dresden das kleine Gehirn für den Sitz des Wollens, Begehrens und der Fortbildung der Gattung*), wobei er sagt: „Eben so sind wir über die Bedeutung der hinteren Hirnmasse d. i. des kleinen Gehirns, schon länger nicht mehr in Ungewissheit, da sowohl die nahe Beziehung desselben zum Rückenmark, als die Ergebnisse der Vivisectionen, die Beachtung der pathologischen Zustände, bestimmt darauf deuteten, dass in ihm insbesondere das Centrum der Muskelbewegung, also der begehrenden oder verabscheuenden Reactionen (Triebe) auf Vorstellungen des dadurch modificirten Selbstgefühls ist und dass zugleich das Geschlechtsleben eben als Quelle eines der wesentlichsten Triebe, in besonderer Beziehung zu dieser Hirnmasse steht." Der Irrenarzt Jessen bezeichnet das kleine Gehirn in seinem systematischen Werke über Psychologie**) geradezu als Centralorgan des Gemüths, indem er sagt: „Die von aussen aufgenommenen oder in dem Gehirne erzeugten Ideen äussern mehr oder weniger eine Einwirkung auf das Gemüth, indem sie Gefühle erregen oder vorhandene Gefühle verändern. Dies geschieht, wie ich glaube, durch Wechselwirkung zwischen dem grossen und kleinen Gehirn, welches letztere ich als das specielle Centralorgan des Gemüths und als Hauptsitz der Gefühle betrachte."

Unter allen Angaben über die muthmasslichen Functionen des kleinen Gehirns hat sich keine so vielfachen Beifalls erfreut,

---

*) Grundzüge einer neuen und wissenschaftlich begründeten Cranioskopie Stuttg. 1841. S. 5 u. 7.

**) Jessen, Versuch einer wissenschaftlichen Begründung der Psychologie. Berlin. 1855. S. 217.

als die von Flourens nach vielen Versuchen bei Säugethieren und Vögeln aufgestellte. Er nimmt in der ersten, wie in der zweiten Ausgabe seines bekannten Werkes den Hauptsatz an: das kleine Gehirn sei der Sitz der ordnenden Thätigkeit der Bewegungen*) und zwar bewirke eine leichte Zerstörung am kleinen Gehirne auch nur eine leichte Disharmonie in den Bewegungen, diese Disharmonie wachse mit dem Grade der Läsion; der totale Verlust des kleinen Gehirns bewirke auch den totalen Verlust der regulatorischen Vermögen der Bewegungen**).

Es hat sich seit Flourens, wenn auch unter manchfachen Widersprüchen, bei den Physiologen ziemlich allgemein bis auf die neuesten Zeiten, wo sich die Zweifel häufen, die Ansicht geltend gemacht, dass das kleine Gehirn in der That als das Coordinationsorgan der Bewegungswerkzeuge zu betrachten sei, oder mit andern Worten: dass die von andern Centraltheilen des Nervensystems abhängigen Thätigkeiten der Muskeln zu zweckmässigen Gesammtbestimmungen verbunden werden, dass durch dasselbe das Gleichgewicht in den Körperbewegungen erhalten werde.

Die Ergebnisse der Experimente von Flourens sind nicht schwer zu constatiren und auch von vielen Beobachtern bestätigt worden, ohne dass man allgemein die Fassung des Schlussresultates, wie es Flourens stellte, als völlig richtig wollte gelten lassen.

Im stärksten Widerspruch mit den letzterwähnten Experimenten an Thieren schien die klinische Erfahrung zu stehen. Einer der im Gebiete der Hirnkrankheiten erfahrensten Aerzte, Andral, sagt mit Hinweisung auf Flourens Ansicht geradezu: „dass er in 93 Fällen von Kleinhirnleiden nur einen gefunden, der die Ansicht der Physiologen unterstütze.“

Brown-Séquard leugnet auch vom experimentellen Standpunkte geradezu die Richtigkeit der von Flourens aufgestellten Ansicht***). Longet kommt schliesslich, nach einer sorgfältigen Vergleichung und Abwägung der Thatsachen der experimentellen Physiologie und der pathologischen Erfahrungen zu der Annahme: „dass die genaue Bestimmung der Bedeutung des Kleinhirns eine der schwierigsten Aufgaben der Physiologie sei.“

---

*) Versuche und Untersuchungen über die Eigenschaften und Verrichtungen des Nervensystems, übersetzt von Becker. Leipzig. 1824. S. 143.

**) Recherches experimentales etc. 2. édit. Paris. 1824. p. 140.

***) Journal de physiologie. Tome I. 1858. p. 535.

Endlich kommt einer der neuesten Schriftsteller, Schiff*), welcher sehr ausgedehnte Versuche am Gehirn angestellt hat, nach einer ausführlichen Kritik der Angaben über das kleine Gehirn zu dem wenig trostreichen Endresultat: „Die Functionen des kleinen Gehirns sind also noch unbekannt."

Wenig erfreulich in der That würde dies Endergebniss sein, wenn man zurückblickt und die Anstrengungen so vieler scharfsinniger Naturforscher und Aerzte überschlägt, aus deren zahlreichen Muthmassungen und Behauptungen also nicht eine einzige sich als stichhaltig bewährt haben würde.

Indessen lassen sich doch durch genaue Prüfung der Thatsachen aus dem Chaos der Experimental-Ergebnisse an Thieren und der klinischen Mittheilungen vom Menschen gewisse Hauptlehrsätze ausscheiden, welche, wie mir scheint, mit einiger Sicherheit besagen, bei welchen allgemeinen Functionen jedenfalls das kleine Gehirn nicht betheiligt ist und bei welchen es eine entschiedene Rolle spielt. Viel schwieriger und noch nicht spruchreif scheint mir die Aufgabe, einen scharfen Ausdruck für letztere zu finden.

Erscheinungen bei gänzlich ausgerottetem oder durch Krankheiten allmälig zerstörtem kleinen Gehirn.

Mancherlei Verwirrungen entstehen in solchen Gebieten, wie dem der Hirnphysiologie, nicht selten dadurch, dass, wo es sich um eine Verwerthung und sorgfältige Kritik verwickelter Experimental-Ergebnisse oder klinischer Fälle handelt, die Hand- und Lehrbücher der Physiologie bei Aufstellung kurzer Sätze, die Data nicht correct wieder geben. Die völlige Zuverlässigkeit und der exacteste Ausdruck des Thatsächlichen, sei er negativ oder positiv, sind aber hier um so nöthiger, als die Aerzte und Kliniker, wenn sie die Ansichten der Physiologen consultiren wollen, sehr häufig nicht Zeit finden, auf die Originalquellen zurück zu gehen, sondern sich bona fide auf die neuesten physiologischen Lehrbücher verlassen.

---

*) Vergl. Schiff, Muskel- und Nervenphysiologie. Lahr. 1858—1859. S. 357. In dieser und einer andern Schrift desselben Verfassers (über Zuckerbildung in der Leber) finden sich geradezu perfide offene oder verdeckte Angriffe gegen mich, die ich dem öffentlichen Urtheile überlasse. Ich werde die Arbeiten dieses Mannes, der mir nicht lange vorher seine „Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems" mit der Aufschrift übergab: „Seinem verehrten Lehrer Herrn R. Wagner ehrfurchtsvoll überreicht vom Verf." ganz objectiv behandeln, ohne auf Persönlichkeiten einzugehen. Vergl. übrigens Dr. Kühne in Reicherts und Du Bois Archiv. 1860. S. 261.

Einen auffallenden Beleg, in Bezug auf unser Gebiet, giebt der einzige bekannte oder doch sicher constatirte, so berühmt gewordene Fall, wo bei einem 11jährigen Kinde ein nahezu gänzlicher, oder so gut als gänzlicher Mangel des kleinen Gehirns beobachtet wurde. Zwei neuere Physiologen haben durch eine mangelhafte Mittheilung des Thatbestandes, ja durch gradezu irrige Angaben, hier wesentlich beigetragen, ein Haupt-Ergebniss über die Function des kleinen Gehirns zu discreditiren. So sagt Ludwig in beiden Auflagen seines physiologischen Lehrbuchs*), namentlich auch in Beziehung auf das kleine Gehirn als Sitz „des willkürlichen Verbindungsvermögens der Muskelnerven zu geordneten Bewegungen (des Gehens u. s. w.)“ schliesslich: „Alle diese Hypothesen sind widerlegt durch sehr zahlreiche Fälle von Verletzungen und durch einen sehr bemerkenswerthen Mangel des kleinen Gehirns, in welchem alle die dem kleinen Gehirne zugeschriebenen Functionen ungehindert von statten gingen.“

Noch bestimmter drückt sich Vierordt**) aus, indem er sagt: „In einem an einem 11jährigen Mädchen von Combette beobachteten Falle von angeborenem Mangel des Kleinhirns, bei kräftig entwickeltem Grosshirn, fehlten Bewegungsstörungen; die intellektuellen Vermögen waren aber nur schwach entwickelt.“

Ganz anders lauten die Originalberichte über diesen Fall, welcher weder „angeboren“ war (wenigstens ist dies, wie ich gleich näher erörtern werde, höchst unwahrscheinlich), noch „fehlten Bewegungsstörungen“ bei demselben. Immerhin ist es freilich zu beklagen, dass ein eben so seltener als wichtiger Krankheitsfall nicht viel genauer nach seinen Symptomen geschildert und zergliedert worden ist***).

Gerade über die gestörten Gangbewegungen in diesem Falle liegen jedoch die bestimmtesten Angaben vor. Es betrifft die bekannte 11jährige Alexandrine Labrosse, die im J. 1831 im Hôpital Saint Antoine beobachtet und von Combette, Elève interne, beschrieben wurde. Hier heisst es ausdrücklich schon bei der Aufnahme des Mädchens: „Ses jambes, quoique très faibles, lui permettaient encore de marcher, mais elle tombait souvent.“ In den letzten Monaten war das Kind ganz

*) Ludwig, Lehrb. d. Physiologie d. Menschen. 1. Bd. 2. Aufl. 1858. S. 609.

**) Vierordt, Grundriss der Physiologie des Menschen. 1861. S. 452.

***) Magendie, Journal de physiologie expérimentale et pathologique. Tome XI. (1831) p. 27, mit einem Nachtrage p. 40. — Drei gute Abbildungen dieses Falls, mit einem Auszuge aus Combette's Bericht und Reflexionen von Cruveilhier, s. in dessen Anatomie pathologique. 15 livr. pl. 5.

zu Bett, lag stets auf dem Rücken, hielt den Kopf immer zur Linken, konnte kaum die Beine bewegen, während die Sensibilität darinnen unvermindert war. Die nach 30 Stunden angestellte Section ergab folgendes: Das grosse Gehirn erschien normal, war sehr beträchtlich entwickelt; im hinteren Lappen der linken Seite fand man einen nicht sehr alten kleinen Bluterguss von 2—3 Linien im Durchmesser; unter dem Hirnzelt eine grosse Quantität Serum; keine Spur von Varolsbrücke; kleines Gehirn auf zwei Klümpchen von Erbsengrösse reducirt; im Rückenmark nichts besonderes. Die übrigen Sections-Ergebnisse sind ohne Einfluss für die Betrachtung des Falls zu unserem Zwecke. Wichtig ist es jedoch anzuführen, dass man später erfuhr, das Kind habe Onanie getrieben und an epileptischen Convulsionen gelitten, welche offenbar aber nur selten eingetreten oder in dem letzten längeren Aufenthalt im Hospitale gar nicht statt gefunden haben müssen, weil im Krankenbericht nichts davon erwähnt wird. Das Kind zeigte zwar bei der Aufnahme wenig Verstand und grosse Indifferenz, antwortete aber bis zuletzt (bis es unter Convulsionen starb) ganz richtig auf Fragen mit Ja und Nein und hatte Sinn für Freundschaft und Dankbarkeit.

Der Verf. untersucht die Frage, ob der Kleinhirnmangel angeboren war. Er findet, dass das Kind sich langsam entwickelte, dass sie gehen konnte und dass die Paraplegie später eintrat. Er neigt sich nach dem ganzen Verlauf der Ansicht zu, dass die Veränderung im kleinen Gehirne allmälig entstand und dass die Erscheinungen in den unteren Extremitäten dem Fortschritte der Läsion parallel gingen. Der Verf. citirt einige andere Fälle von Kleinhirnleiden, die wir später berücksichtigen werden und erwähnt weiter am Schlusse seiner Abhandlung, dass die Occipitalgruben, eben so wie die Vertebral-Arterien regelmässig entwickelt waren. Es ist ihm vorzüglich das complete Fehlen der Varolsbrücke wichtig und er glaubt, es hat hier eine Atrophie in Folge der chronischen Krankheit des Organs (des kleinen Gehirns) statt gefunden, von dem er eine langsame und allmälige Resorption annimmt. Wahrscheinlich sei die locale Krankheit erst gegen das 7. Jahr eingetreten. Wann die Gewohnheit der Masturbation anfing, sei unbekannt; es sei aber schwer, dieselbe mit der Gall'schen Ansicht zu vereinigen. Er meint die Erhaltung der Bewegung der oberen Extremitäten vertrüge sich schwer mit Flouren's Ansicht von der Regulation der Körperbewegungen. Jedenfalls sei das Factum gewiss: Ein Kind lebte ohne kleines Gehirn, ohne pédoncules postérieurs, ohne protubérance cérébrale. Die Sinne waren alle

erhalten, ebenso die allgemeine Sensibilität; das einzige hervorstechende Symptom war ausser einem allmäligen Leiden der Ernährung und der allgemein herabgekommenen Constitution, die unvollkommene Paraplegie. In den Lungen fanden sich Miliartuberkeln, im Magen und Dünndarm, besonders gegen die Blinddarmklappe Geschwüre, welche hier nicht in Betracht kommen.

Magendie giebt weiteren Bericht in seinem Nachtrage. Er fand noch nachträglich am Cadaver alle Hirnarterien wohl entwickelt und von gewöhnlichem Caliber, so auch die Nerven. Der Schädel bot keine Anomalien dar, nur geringere Concavität der unteren Occipitalgruben. Das grosse Gehirn war normal, die Oliven schienen nicht entwickelt, wenigstens bildeten sie äusserlich keinen Vorsprung; die Vierhügel waren vorhanden. Einen besondern Werth legt Magendie auf den Mangel der Querfasern der Brücke; weder aussen, noch innen, noch an den Seiten — nirgends war die geringste Spur vorhanden. Er sagt schliesslich: „Ce fait me paraît prouver, d'une manière péremptoire, l'absence congéniale du cervelet; car en supposant une destruction maladive de cet organe sans aucun indice à l'extérieur, au moins aurait-on dû rencontrer les fibres transversales profondes, si intimement intriquées avec les fibres longitudinales."

Cruveilhier entscheidet sich dahin, dass es sich hier um eine allmälige langsame Atrophie des früher vorhandenen kleinen Gehirns handle. Besonders merkwürdig findet er die Abwesenheit der Querfasern der Brücke und der Brückenschenkel, als einer offenbaren Commissur des kleinen Gehirns.

Ich stehe keinen Augenblick an, mich mit Combette und Cruveilhier gegen Magendie nicht für ein angebornes Fehlen, sondern für ein allmäliges Zerstören des kleinen Gehirns auszusprechen. Meine Gründe dafür sind folgende:

1) Die Anwesenheit der entsprechenden Schädelgruben für die beiden Kleinhirnlappen.

2) Die vollständige Entwickelung aller Hirnarterien mit gewöhnlichem Durchmesser.

3) Die sehr allmälige Ausbildung der Bewegungsstörungen; die Krankheit muss vor dem 7. Jahre begonnen haben, wie Combette annimmt, da um diese Zeit Dr. Miquel schon eine grosse Schwäche der unteren Extremitäten beobachtete. Beim Eintritt ins Hospital 3 Jahre später hatte das Mädchen einen schwankenden Gang, fiel oft, konnte aber doch noch gehen. Fünf Monate vor dem Tode musste sie das Bett hüten und konnte bald ihre Füsse kaum mehr bewegen.

Der Fall ist so interessant, weil er ein reines Leiden des kleinen Gehirns zeigt. Das ganz kleine Extravasat im hinteren linken Lappen des grossen Gehirns kann hier unmöglich in Rechnung kommen. Man könnte die allmälige Lähmung der hinteren Extremitäten auf ein Rückenmarksleiden, zumal in Folge der Masturbation, schieben; aber das Rückenmark war nach ausdrücklicher Angabe Magendie's gesund. Da weder eine krankhafte Geschwulst vorhanden war, welche in so vielen anderen Fällen vom kleinen Gehirn ausgehend einen Druck auf benachbarte Theile ausübt und Complicationen hervorruft, noch ein Erguss von Flüssigkeiten vorhanden war (das Ausfüllen der leeren Höhlen, wo das kleine Gehirn sass, war eine natürliche Folge des Processes), kein Zeichen von Druck aufs verlängerte Mark sich vorfand, so können die Erscheinungen meines Erachtens nur auf den allmäligen Schwund des kleinen Gehirns bezogen werden. Die Abwesenheit der Brückenfasern ist ein sehr interessantes Factum, findet aber seine Erklärung in den vielen ähnlichen auch von mir gesehenen Fällen bei Menschen und Thieren, wonach in den Centraltheilen, wie in der Peripherie, die von den Ganglienzellenmassen oder der grauen Substanz entspringenden Fasern atrophisch werden, bis zum vollkommenen Schwund des Marks, wenn letztere längere Zeit von ihren Centraltheilen gelöst oder diese ganz zerstört wurden. Ich sah bei Vögeln fortschreitende Zerstörung der Markröhren, wenn ich die graue Rinde in den Hemisphären oder im kleinen Gehirne abgeschält hatte und eine längere Zeit, Monate oder halbe Jahre, verflossen waren. In dem angegebenen Falle muss man aber einen Verlauf von mindestens 4 Jahren annehmen. Der Fall spricht gerade sehr zu Gunsten der Ansicht, die queren Markfasern der Brücke als Commissuren der Brückenarme und des kleinen Gehirns zu betrachten.

Die mangelhafte Entwickelung der Intelligenz kann sehr wohl auf das gesammte körperliche Leiden, die unvollkommene Ernährung und Erziehung bezogen werden. Waren doch gerade gemüthliche Regungen, Dankbarkeit, Sinn für Freundschaft vorhanden. Es kann also gewiss das Gemüth nicht seinen Sitz im kleinen Gehirn haben, wie Jessen will, ohne dass hier geltend gemacht zu werden braucht, wie bedenklich es sei, einer so complexen, bis jetzt nicht klar definiblen Stimmung der gesammten Psyche (welche man Gemüth nennt) einen bestimmten Sitz im Gehirne anzuweisen.

Da alle Sinnesthätigkeiten, insbesondere also auch das Gehör, so wie die gesammte Sensibilität erhalten waren, so kann das kleine Gehirn weder bei der Leitung der Empfindung,

noch bei der Production der Sinneserscheinungen irgend betheiligt sein*).

Es bleibt zunächst nur die Störung in den Bewegungen und vorzugsweise in den unteren Extremitäten, insbesondere Aufhebung der Gangbewegungen, während die Beine für sich noch lange beweglich waren. Ueber die Bewegung der Wirbelsäule ist nichts näheres angegeben. Doch bleibt mir merkwürdig die Angabe, dass der Kopf immer zur Linken gehalten wurde, was vielleicht doch auf ein Mitleiden der Muskulatur des Halses gedeutet werden kann und somit vielleicht auf eine Erscheinung deutet, welche ich sogleich bei der Anführung der Erperimentalergebnisse an Tauben näher schildern werde.

Excision des kleinen Gehirns bei Säugethieren mit längerer und auch nur theilweiser Erhaltung derselben ist weder mir noch andern Experimentatoren gelungen, weder bei jungen noch bei alten Thieren. Alle sterben sehr rasch, in der Regel in den ersten 24 Stunden. Von dem zweifelhaften Werthe solcher Erscheinungen, die unmittelbar nach dem Experimente eintreten und welche nur supplirend herbeigezogen werden können, habe ich bereits in der früheren Abhandlung, bei der Prüfung der Methoden gesprochen. Hier, wo zunächst nur von den Erscheinungen bei completem Mangel des Organs und längerem, ungestörtem Gebrauch der übrigen Lebensfunctionen die Rede sein soll, können diese Folgen unmittelbar nach Operationen nicht in Frage kommen. Die Eingriffe beim kleinen Gehirn sind zu gewaltig, die unvermeidlichen Blutungen aus den grossen Blutbehältern zu bedeutend, der dadurch hervorgerufene Druck auf benachbarte Gehirn- und selbst Rückenmarkstheile ist zu gross; selbst die blosse Erschütterung, und die momentane, oft sehr schnell vorübergehende Zerrung und Mitleidenschaft des verlängerten Marks, hervorgerufen durch tiefere Schnitte am kleinen Gehirn, in anderer Hinsicht gerade durch das rasche Vorübergehen so interessant, trüben den Erfolg der Operation.

Bei Vögeln gelingt die Erhaltung der Thiere nach vollkommener sofortiger oder noch besser allmäliger Excision des kleinen Gehirns auch sehr schwer, unendlich viel schwerer, als nach selbst bedeutender Abtragung von den Hemisphären des grossen Gehirns. Unter 10 oder selbst 20 Tauben wird

---

*) Eine der demüthigendsten Erfahrungen über die Unvollkommenheit unserer Kenntniss von den Functionen der Hirntheile ist die, dass uns das Centralorgan für das Gehör ganz unbekannt ist (während wir das für's Gesicht sicher kennen). Ich halte es für wahrscheinlich, dass dasselbe im verlängerten Mark zu suchen ist.

vielleicht nur eine erhalten. Doch ist dies nicht nur Wochen, sondern selbst einige Monate lang möglich. Ja es gelingt selbst bei sorgsamer Pflege diese Operation einer mehr oder weniger vollständigen Ausrottung des kleinen Gehirns bei solchen Tauben, an denen man früher die Grosshirnhemisphären und zugleich die Sehlappen (Vierhügel) grossen Theils zerstört hat, wobei man erst den Schluss der Schädeldecken und die Verheilung der künstlichen Oeffnungen abwarten muss, ehe man die viel gefährlichere Entfernung des kleinen Gehirns vornimmt. Dieses braucht man nicht völlig zu entfernen und man kann, nach Abtragung der Rinde und der obersten Markschichten die tieferen Partien so einer allmäligen Atrophirung überlassen, welche wenigstens sehr häufig eintritt; nur muss man hier die Rinde im ganzen Umfang des kleinen Gehirns ablösen. Eben so atrophiren die Markschichten der Grosshirnlappen allmälig mehr oder weniger, wenn die grauen Deckschichten entfernt worden sind.

Bei Tauben, welche längere Zeit mit entferntem oder atrophirtem Gehirne beobachtet werden, treten drei Hauptgruppen von Erscheinungen als die allgemeinsten heraus.

1) Die Thiere verlieren vollkommen von Anfang an die Fähigkeit zum Stehen oder Gehen und geordnetem Fliegen, obwohl sie mit den Beinen schlagen, mit den Flügeln flattern. Auf dem Erdboden oder in einem weiteren Kasten, selbst auf weicherer Unterlage, mit Heu, Wolle und dergl., arbeiten sie sich in grosser Unruhe ab. Man muss sie in eine leichte Binde hüllen, worin Kopf, Hals, Schwanz und hintere Extremitäten frei bleiben, die Flügel aber an den Rumpf gedrückt werden. Allmälig, nach Wochen, bildet sich eine immer grössere Neigung der Extremitäten zur S t r e c k u n g aus. Diese sind in der Regel ganz gerade und steif nach hinten gestreckt, die Muskeln fühlen sich hart an, wobei die Thiere durchaus unvermögend sind, sich irgend auf den Beinen zu erhalten, auf dem Bauche oder auf der Seite zu liegen. Momentan erfolgt eine Beugung, um aber sofort wieder in stossweisses, krampfartiges Strecken überzugehen, mit Vermehrung dieser Action, sobald man das Thier berührt, insbesondere die Füsse kneipt u. s. w. Diese stossweise Erregung der Streckmuskeln der hinteren Extremitäten gleicht ganz der bei Strychninkrämpfen.

2) Dabei tritt eine allmälig immer mehr zunehmende V e r d r e h u n g d e s K o p f e s u n d H a l s e s e i n, die sich theilweise so nach unten und gegen die Seite legen, dass der Hals selbst unter den einen Flügel zu liegen kommt und der

Schnabel, wenn man das Thier auf den Bauch legt, gerade nach oben gerichtet ist. Es findet eine förmliche spiralige Verdrehung des Halses statt, welche auf einem gänzlich veränderten Zustand in der Thätigkeit der gesammten Muskulatur der Halswirbelsäule beruht.

3) Es tritt allmälig ein eigenthümliches chronisches, anhaltendes, wie es scheint über den grössten Theil der Muskulatur des Körpers, insbesondere des Halses, Rumpfes, der vorderen und hinteren Extremitäten verbreitetes Zittern ein, welches mit der Paralysis agitans die grösste Aehnlichkeit hat und durch jede Berührung vermehrt zu werden scheint. Nimmt man eine solche Taube in die Hand, so verstärkt sich das Zittern auffallend, insbesondere auch, wenn sie künstlich gefüttert wird. Dies ist nämlich nothwendig, da die doch hungrigen Thiere unvermögend sind, selbst Futter einzunehmen. Bei ruhigem Liegen im engen Kasten auf Heu wird das Zittern geringer.

Dabei sind die Thiere aller ihrer Sinne mächtig, können beschränkte willkürliche Bewegungen ausführen, auch die hinteren Extremitäten momentan beugen, jedoch mit den Zehen nicht fest greifen, und sogleich gewinnen die Streckmuskeln das Uebergewicht.

Erbrechen und dünne, wässerige Darmdejektionen treten bald unmittelbar nach der Operation ein und wiederholen sich in den ersten Tagen, wie bei so vielen anderen tieferen Verletzungen von Hirntheilen.

Uebrigens beruhen diese Erscheinungen nicht auf einer völligen Sistirung der Digestion, Aufhebung der Secretion im Kropfe, wie dies Claude Bernard angiebt*) und bei zwei Tauben, wo er das kleine Gehirn theilweise zerstörte, beobachtet hat. Das Futter blieb hier bei der einen Taube bis zum Tode (am vierten Tage) unverändert im Kropf. Ich vermuthe, dass Bernard versäumt hat, den Thieren Trinkwasser einzuflösen, was bei vollem Kropfe immer nöthig ist. Vielleicht ist dies auch von anderen Experimentatoren versäumt worden, da dieselben gewöhnlich die am kleinen Gehirn mit beträchtlicher Zerstörung desselben operirten Tauben, nicht leicht über drei Tage am Leben erhalten konnten. Allerdings scheint mir aber doch die Digestion gestört zu sein und langsamer von statten zu gehen. Damit übereinstimmend und wohl davon abhängig, ist die Erscheinung, dass die Koth-

---

*) Bernard, Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux. Paris 1858. Tom. II. p. 461.

ausscheidung später sich verändert, die Kothmassen viel trockener werden; sie häufen sich in der Kloake an, bleiben am After kleben u. s. w. und stören dadurch die ohnedies schon so schwierige Wartung und Pflege.

Gleichzeitig treten noch andere intensive Störungen ein, von denen es aber durchaus zweifelhaft bleiben muss, in wie weit sie etwa mit dem Verluste des kleinen Gehirns im Zusammenhange stehen. Sie können sehr wohl (wohin schon die Unbeständigkeit der Erscheinungen deutet) von der so mangelhaften Lebensweise, der gezwungenen ruhigen Lage, der dadurch gestörten Gesammtconstitution, ja selbst von der schwierigen und unvollkommenen Fütterung herrühren, auf welche in meinen Versuchen, wie auf die ganze Pflege, durch den sehr treuen und sorgfältigen Wärter im physiologischen Institute, Staub, der seit der Gründung (seit 18 Jahren) Dienste geleistet hat, die grösste Aufmerksamkeit gewendet wurde. In der Regel tritt allmälig mehr oder weniger starke Abmagerung ein, aber in sehr verschiedenem Grade. Einzelne Individuen erhalten sich auffallend gut und verlieren nicht sehr viel an Fett und Gewicht. Oefters treten Veränderungen in der Hautthätigkeit ein. Die Federn gehen bei der leichtesten Berührung ab oder fallen von selbst aus; es bilden sich kahle Stellen besonders am Kopf und Hals. Damit gehen die erwähnten Erscheinungen in den Darm- und Harnausscheidungen parallel. Unter den Peritonealüberzügen zeigen sich weisse Flecken von grösserer oder geringerer Ausdehnung, wahrscheinlich von Exsudaten herrührend. Zugleich mit dem Auftreten des Zitterns leidet die Wärmebildung. Die Temperatur nimmt ab; die Thiere fühlen sich auch bei hoher äusserer Temperatur kalt an und das Thermometer (ich führe dasselbe bei Vögeln durch den After in die Kloake ein) bezeugt die Abnahme der Körperwärme. Unstreitig wird auch die Kohlensäureausscheidung sehr vermindert; die Respirationsbewegungen sind schwach. Ich führe alle diese Erscheinungen nur der Vollständigkeit wegen an, ohne irgend besonderen Werth darauf zu legen oder zu glauben, dieselben rührten direkt von der Entfernung des kleinen Gehirns her, obwohl die Möglichkeit vorliegt, dass entfernte vasomotorische Nerven des Körpers im kleinen Gehirn repräsentirt sind. Alle die hier erwähnten Verhältnisse hängen von so zahlreichen Faktoren ab, erfordern so ausgedehnte, minutiöse und gründliche Versuche über die Verdauungsflüssigkeiten, die Harnsekretion, die Lungen- und Hautexhalation und die dabei verbrauchten Futterstoffe nach Qualität und Quantität, welche begreiflicher

Weise nicht ohne den grössten Zeitaufwand und viele Hilfskräfte, worüber ich nicht disponiren könnte, auszuführen sind. Es wäre leicht gewesen, aus den Beobachtungsdaten einige Zahlentabellen über Temperatur u. s. w. zu geben, einige Reactionsversuche an den wässerigen Dejektionen aufzuführen; was wäre aber damit gewonnen gewesen, als der Ballast vermehrt, mit welchem wir im Gebiete der chemischen Reactionsversuche und der physiologischen Zahlenstatistik täglich überschwemmt werden?

Der Einfluss des kleinen Gehirns auf die Zeugungssphäre kann bei Vögeln nicht wohl constatirt werden. Zwar wurden bei männlichen Thieren stets die Hoden untersucht, gemessen und gewogen. Aber trotz der Wochen- und Monate langen Conservation dieser Thiere war der Zeitraum doch zu kurz, um etwaige Einflüsse der Operation auf die keimbereitenden Genitalien wahrnehmen zu lassen. Auch von der frühen Castration konnte ich bisher keinen merklichen Einfluss auf Volum und Gewicht des kleinen Gehirns finden; doch erfordert dieser Gegenstand noch erneute und vollständigere Untersuchungen, welche ich in Verbindung mit einigen anderen hieher gehörigen, am Schlusse des Aufsatzes zu erwähnenden Gewichtsbestimmungen des kleinen Gehirns nach Alter und früher Bewegungsfähigkeit, (Verschiedenheit z. B. der Nesthocker, von den gleich nach dem Ausschlüpfen aus dem Eie davonlaufenden Vögeln) demnächst vorzunehmen gedenke. Ich will nur hier bemerken, dass Flourens zwar anführt, es habe ein Hahn mit halb entferntem kleinen Gehirne noch nach Monaten Begattungsversuche gemacht. Offenbar war aber hier wieder eine Verheilung eingetreten, und es würde dieser Versuch ganz in die Categorie derjenigen pathologischen Erfahrungen beim Menschen gehören, wie schon längst eine von M. J. Weber in Bonn genau beschrieben und abgebildet ist*). Hier hatte die linke Kleinhirnhemisphäre kaum die halbe Grösse der rechten und es fehlte selbst ein Theil des Oberwurms. Gerade dieser Fall von einem 60jährigen Manne, der physisch und psychisch ganz gesund war, ist sehr wichtig und zur Widerlegung des Gall'schen Lehrsatzes in Betreff des kleinen Gehirns geeignet, weil der betreffende Mann sehr zeugungskräftig gewesen ist. Jener Hahn bei Flourens würde, des ganzen kleinen Gehirns beraubt oder von den erwähnten tiefgreifenden Ernährungsstörungen ergriffen, gewiss nicht im

---

*) Nova acta physico-medica Academiae caesareae naturae curiosorum. Tom. XIV. p. 108.

Stande gewesen sein, Versuche zur Ausführung von Geschlechtslust zu machen, und es kann dieser Fall so wenig zu Gunsten der Gall'schen Ansicht verwendet werden, wie jener schwer am kleinen Gehirn verletzte Soldat, der mit unter den diese Ansicht bestätigen sollenden Beispielen aufgeführt wurde und den Funke sehr richtig würdigt*).

Doch dies nur beiläufig, um späteren Erörterungen nicht vorzugreifen. Ich erwähne noch einmal die Punkte, auf die es mir hier zunächst allein ankommt, soweit sie die Empfindungs- und Bewegungssphäre betreffen. Ich habe, übereinstimmend mit anderen Experimentatoren, niemals die geringste Störung in der Sinnesthätigkeit der operirten Tauben wahrgenommen. Immer blieben die Gefühlsperzeptionen in allen Hauttheilen, Geruch, Geschmack, Gehör und Gesicht, so wie die psychischen Functionen unalterirt. Entschieden aber war die Reflexthätigkeit in allen vom Rückenmarke abhängigen Muskeln erhöht.

Es stellen sich aus den hier erwähnten Thatsachen folgende Ergebnisse heraus.

1) Beim Menschen, wie bei den Vögeln, zeigt der vollständige Defect des kleinen Gehirns sehr ähnliche Haupterscheinungen.

2) Diese Haupterscheinungen concentriren sich auf die Bewegungssphäre, namentlich die der unteren (hinteren) Extremitäten und wie es scheint, der Rumpf- und Halsmuskeln.

3) Das kleine Gehirn ist ganz unbetheiligt in der Empfindungssphäre. Alle peripherischen Eindrücke werden empfunden, alle Sinnesthätigkeiten bestehen fort.

4) Eben so bleiben alle psychischen Eigenschaften unberührt, so dass man annehmen kann, das kleine Gehirn ist unbetheiligt bei der gesammten Sphäre der Intelligenz.

Gegen letzteren Satz könnte vielleicht gerade die oben erwähnte Alexandrine Labrosse angeführt werden, in so ferne allerdings bei derselben ein wenig entwickelter Verstand, eine grosse Indifferenz in geistiger Hinsicht angeführt wird. Dieser Zustand steht aber so sehr im Zusammenhange mit der gesammten mangelhaften körperlichen Entwickelung und dem Gesammtbefinden, dass dieser Einwurf abgelehnt werden muss, indem die wesentlichen Erscheinungen der Intelligenz, des Verstandes, wie des Gemüthes durchaus vorhanden waren.

Jedenfalls ist also so viel gewiss, dass das Leben nach seinen somatischen, wie psychischen Grundbedingungen beim

---

*) Lehrbuch der Physiologie. 3. Aufl. Bd. II. p. 575. Anm. 9 zu §. 245.

Menschen und bei warmblütigen Thieren Wochen, Monate und selbst vielleicht Jahre lang nach Verlust des kleinen Gehirns fortbestehen kann, dass das kleine Gehirn kein zum Leben des Leibes und der Seele für eine gewisse Dauer absolut nothwendiges Organ ist, dass es aber von wesentlicher Wichtigkeit für die geordnete Körperbewegung zu sein scheint. Wie diese letztere Function vom kleinen Gehirne abhängig ist, ist ungemein schwer genauer zu definiren (denn der Ausdruck von Flourens dafür ist nicht ganz correct), und es ist jedenfalls nothwendig, nunmehr umfänglicher auf das Resultat der Experimente und klinischen Erfahrungen bei theilweiser Zerstörung des kleinen Gehirns einzugehen. Es erfordert die strengste kritische Prüfung, hier die Complicationen richtig zu würdigen, zu untersuchen, in wie weit eine Betheiligung beider Kleinhirnhälften sich wesentlich anders verhält, als wenn nur eine Hirnhälfte leidet, in wie weit die Langsamkeit oder Schnelligkeit des Verlaufs, der Ausbildung, der Entartung, ein, wie jeder Arzt weiss, bei vielen chronischen Krankheiten, namentlich der Centralorgane, wie des Herzens, der Lunge, der Leber, so höchst wichtiges Moment, dabei von Einfluss ist.

Nachträgliche Betrachtungen.

Es mögen hier noch einige allgemeine Bemerkungen Platz finden.

Bei klinischen Erfahrungen, wie bei Versuchen an Thieren, wo es sich um Verletzungen und Zerstörungen von kleineren oder grösseren Partieen des Gehirns handelt, muss man vorzüglich genau zusehen, welche Erscheinungen als unmittelbare Folgen der localen Zerstörungen zu betrachten, welche dagegen blos begleitend sind.

In dieser Beziehung muss ich schon jetzt eine Berichtigung meiner früheren Ansichten beibringen. Ich war geneigt, das heftige Zittern bei des kleinen Gehirns beraubten Tauben von dem Defekte des genannten Organs und dessen Einfluss auf das Rückenmark abzuleiten*). Ich glaube jetzt vielmehr, dass die mangelhafte Ernährung und die verminderte Wärmebildung die nächste Ursache ist. Ich werde in dieser Ansicht durch die Erfahrung unterstützt, dass Vögel und Säugethiere besonders stark in der Kälte zittern, wenn sie Hunger haben**).

---

*) Vergl. Nachrichten 1860. Nr. 4. (Fünfte Beobachtungsreihe.) S. 34.

**) Vergl. Weinland, der zoologische Garten. II. Jahrgang 1861. Nr. 5. S. 87.

Immerhin ist die erhöhte Reflexthätigkeit und das starke Zittern von Interesse; es ist auch, wie wir später sehen werden, öfter bei Leiden der Centraltheile des Nervensystems, auch des kleinen Gehirns, beobachtet, fehlt aber in der Regel, woraus schon der Mangel eines genetischen unmittelbaren Zusammenhangs mit Hirnleiden geschlossen werden kann.

Es wird von grosser Wichtigkeit für viele Fragen künftig sein, wie weit die pathologischen Sectionsberichte auf genaue topographische Angaben in der Peripherie des grossen und kleinen Gehirns eingehen. Ich habe eine kleine Reihe von Experimenten an Hunden gemacht, die ich an verschiedenen Stellen des Schädels trepanirte, und wo ich dann in grösserem oder geringerem Umfange, grösserer oder geringerer Tiefe, Schichten der Hirnoberfläche wegnahm und die Thiere wieder heilte. Am grossen Gehirne auf diese Weise operirte Hunde wurden momentan blind, genasen vollständig; andere genasen, blieben aber dauernd blind. Noch konnte ich nicht mit Sicherheit ausmitteln, ob die verschiedenen Windungen gleiche oder verschiedene Effekte in dieser Beziehung haben. Es wäre nun von grösster Wichtigkeit, wie ich schon früher erwähnte, bei Sectionen am Menschen die Stelle der Laesionen am grossen und kleinen Gehirne immer genau anzugeben und mit Zirkel und Massstab den Umfang derselben festzustellen. Für das kleine Gehirn und die einzelnen Abtheilungen und Lappen empfehle ich unbedingt die Reil-Burdach'sche Terminologie, wie sich dieselbe nach folgendem Schema leicht behalten und abgrenzen lässt*):

Kleines Gehirn**).

Ueber der Horizontalspalte:

Wurm:

1) Züngelchen (lingula).
2) Centralläppchen (lobulus centralis).
3) Berg (mons cerebelli).
   a. Vorderer Theil, Gipfel (culmen).
   b. Hinterer Theil, Abhang (declive).
4) Wipfelblatt (folium cacuminis).

---

*) Es wäre recht wünschenswerth, wenn es gelänge nur einen und denselben deutschen und lateinischen Namen zu brauchen, wie im Folgenden; 8 unpaare Lappen im Wurm, 7 paarige in den Hemisphären.

**) Für die Windungen des grossen Gehirns empfehle ich meine Terminologie in meinen „Vorstudien zu einer wissenschaftl. Morphologie und Physiologie des menschlichen Gehirns als Seelenorgan." Göttingen. 1860. p. 15 und 80. Tab. I—VI.

Hemisphärenlappen:

1) Flügel (alae lobuli centrales).
2) Vordere Oberlappen (lobi superiores anteriores).
3) Hintere Oberlappen (lobi superiores posteriores).

Unter der Horizontalspalte:

Wurm:

5) Klappenwulst (tuber valvulae).
6) Wurmpyramide (pyramis vermis).
7) Zapfen (uvula).
8) Knötchen (nodulus).

Hemisphärenlappen:

4) Hintere Unterlappen (lobi inferiores posteriores).
5) Zweibäuchige Lappen (lobi biventres).
6) Mandeln (tonsillae).
7) Flocken (flocci).

Die Arme oder Schenkel des kleinen Gehirns schlage ich vor, ein für allemal zu nennen:

Obere Kleinhirnschenkel, crura cerebelli ad corpora quadrigemina, oder Vierhügelschenkel.

Mittlere Kleinhirnschenkel, crura cer. ad pontem. oder Brückenschenkel.

Hintere Kleinhirnschenkel, crura cer. ad medullam oblongatam, oder Medullaschenkel.

Letztere Namen würden zugleich die Verbindung bezeichnen.

Ebenso ist es wichtig, die einzelnen Aeste des Markbaums und deren Verhältnisse zu den Lappen und Randwülsten, so wie die gezahnten Körper, corpora dentata cerebelli, welche sehr wichtig zu sein scheinen, bei Sectionen genau zu beachten.

Was die histologischen Verhältnisse betrifft, so werde ich sie im Nachfolgenden nicht weiter berücksichtigen. Die ausserordentlichen Controversen, welche hierüber bestehen, haben zunächst kaum ein physiologisches oder pathologisches, nur ein rein mikroskopisch-anatomisches Interesse; sie erwarten eine spätere definitive Lösung, und können für eine ferne Zukunft der Hirnphysiologie, welche jetzt diese Verhältnisse noch gar nicht verwerthen kann, gewiss eine sehr grosse Bedeutung haben. Ich erlaube mir hier nur Folgendes darüber zu bemerken.

Ein von mir zuerst aufgestellter histologischer Fundamentalsatz über die multipolaren Ganglienzellen scheint allein eine physiologische Bedeutung zu haben; es ist der, dass die multipolaren Ganglienzellen grössere oder kleinere Anhäufungen

bilden, und dass diese Ganglienzellen unter einander durch Verbindungsfasern (Commissurenfasern) verbunden werden und dass von ihnen Nervenprimitivfasern entspringen, so, dass diese Ganglienzellen die einzigen Verbindungsglieder der sonst nicht anastomosirenden Primitivfasern bilden.

Daneben habe ich später den Satz aufgestellt, welcher vorzüglich auf Untersuchungen über das kleine Gehirn basirt war, dass durch jene Verbindungsfasern und die abgehenden Nervenfasern ein grosser Theil der Aeste der multipolaren Ganglienzellen nicht gedeckt wird, so dass deren Verlauf und Endigung eigentlich noch zu finden ist und zwar wahrscheinlich in der diffusen granulirten Substanz (neuroglia auctor.), welche gleichsam eine in einander geflossene Ganglienzellenmasse (im Sinne Henle's) sei*).

Alle aus blos anatomischen Thatsachen gezogene Schlüsse auf functionelle Verhältnisse können nur den Werth von Conjekturen oder Hypothesen haben; nur Experimente können entscheidende Beweise liefern, so schwer auch diese letzteren bei der häufigen Vieldeutigkeit der Experimentalergebnisse herzustellen sind. Aber zur vollständigen Darstellung über den Hergang und Zusammenhang physiologischer Prozesse werden die anatomischen Thatsachen immer von grossem, oft unerlässlichem Werthe sein. Anatomie und Physiologie werden sich gegenseitig ergänzen und controlliren. Aber ausserdem werden gewisse anatomische Thatsachen auch sehr geeignet sein, neue Gesichtspunkte für physiologische Fragen und Wegweiser zu physiologischen Versuchen aufzustellen. Nebenbei wird es freilich immer die Aufgabe der Anatomen sein, unbekümmert um die Physiologen, ihre Wege zu verfolgen, wie es den Physiologen unbenommen, ja geboten ist, auch da Experimente anzustellen, wo eine sichere anatomische Grundlage fehlt. Schliesslich wird immer einmal ein Zeitpunkt eintreten, wo anatomische und physiologische Thatsachen sich decken. Erst dann wird die Kenntniss eines Organs oder Organtheils vollendet sein, wenn die Function aus dem anatomischen Baue erklärbar, der Bau als nothwendige Bedingung der Function klar hervortreten. Die ganze ältere und neuere Geschichte der Physiologie giebt uns hierfür Belege, obwohl es selten vorkommt, dass einzelne Processe einer erschöpfenden anatomischen und physiologischen Analyse zugänglich sind.

---

*) Vergl. das Nähere hierüber in den Nachrichten 1859 Nr. 6.

Für die Niere und Harnsecretion liefert die neuere Geschichte der Anatomie und Physiologie ein annäherndes Beispiel; die Lehre von dem Accommodations-Mechanismus im Auge kann als ein anderes, minder vollkommenes Beispiel gelten. In der Physiologie des Nervensystems haben erst seit Du Bois-Reymond feinere Methoden zur Erforschung der Thätigkeit der Elementartheile Eingang gefunden. Aber erst für die Primitivfasern hat man solche Wege der Experimentirkunst ausfindig gemacht und selbst hier ist manches wieder in Frage gestellt, was zuerst als ein reiner Gewinn für die Nerventheorie erschien. Das zweite allgemeine anatomische Element der Nervensubstanz, die Ganglienzelle hat bekanntlich bis jetzt noch gar keinen Angriffspunkt für feinere Experimente geboten, man ist hier immer blos auf die gröbere Excisionsmethode verwiesen. Aber sollte man deshalb allen und jeden Versuch abweisen, aus anatomischen Verhältnissen sich Anschauungen, wenn auch nur hypothetische, für functionelle Erscheinungen zu bilden*)?

---

*) Kürzlich hat Herr Prof. W. Krause in seinen „anatomischen Untersuchungen. Hannover. 1861. S. 97“ eine frühere ohnmassgebliche Aeusserung von mir einer kurzen Kritik unterworfen. Es ist dies die einzige Stelle, wo der Autor in einem vorzugsweise von Nerven-Endigungen und Ganglienzellen handelnden Werke meiner dahin einschlagenden Arbeiten gedacht hat, um dabei hervorzuheben, dass „Niemand, wie ich früher, aus dem Vorkommen von bipolaren Ganglienzellen einen Schluss auf die sensible Natur der Fasern, denen sie angehören, gerechtfertigt finden werde.“ Ich lege natürlich jetzt auch einen geringeren Werth auf eine Ansicht, welche ich vor 15 Jahren zuerst ausgesprochen habe, als ich die Entdeckungen an Knorpelfischen machte. Wer möchte aber so kühn sein, in unseren Fächern der organischen Naturlehre theoretischen Ansichten, oder vielmehr hingeworfenen Bemerkungen, einen Werth langer Geltung zuzutrauen, wo es recht eigentlich heisst: dies diem docet. Selbst für positive Entdeckungen in der Physiologie ist der bekannte Ausspruch des Verfassers der medicinischen Psychologie, dass deren mittlere Lebensdauer durchschnittlich nur vier Jahre dauere, häufig viel zu günstig. Physiologie und Geologie könnte man beide mit dem Namen der Penelope'ischen Naturwissenschaften belegen, wo, im Gedränge der vielen Freier und Bearbeiter, das Gewebe einer Tagesarbeit schon die folgende Nacht wieder aufgelöst werden muss. Uebrigens will ich gerade Krause gegenüber für diesen von ihm urgirten Fall bemerken, dass ich meine damalige Ansicht noch heute durchaus nicht für widerlegt halte. Da bei den Fischen, insbesondere den Knorpelfischen, allein die Ganglien sicher und deutlich mikroskopisch zu analysiren sind, da hier nur Ganglien an sensitiven Primivfasern oder Nerven vorkommen, alle Spinal-Ganglien u. s. w. nur von bipolaren Ganglienzellen gebildet werden, so finde ich noch heute die Muthmassung gerechtfertigt, dass diese Anordnung in der Mechanik der sensiblen Nervenfaser eine wichtige Rolle spielt, deren Natur uns freilich ganz unbekannt ist. Ja ich gehe weiter und behaupte, dass Krause's Annahme, die peripherischen Ganglienzellen am Darm und im Orbiculus

Aus zuerst von mir, wie ich glaube, festgestellten anatomischen Thatsachen habe ich eine vielfach besprochene Erklärung für Reflexe und andere Erscheinungen im Nervensystem abgeleitet. Bis heute muss ich in dieser Hinsicht so weit daran festhalten, dass in der Verbindung von multipolaren Ganglienzellen unter sich und mit Fasern bis jetzt die einzige Basis zu einer Nachweisung der Bahnen liegt, an welche die Innervationserscheinungen geknüpft sind, welche im lebenden Körper und unter natürlichen Verhältnissen immer und überall, wo wir sie klar verfolgen können, an die Continuität, mit Ausschluss aller Contiguität, gebunden sind.

Die Ueberzeugung jedoch, dass schwerlich alle von den multipolaren Ganglienzellen, wenigstens in gewissen Theilen, so insbesondere im kleinen Gehirn, ausgehenden Fortsätze auf Ursprünge von peripherischen oder Commissurenfasern bezogen werden können, bestimmte mich später zu der Vermuthung, dass dieselben in der diffusen granulösen Substanz ihren Ursprung haben möchten*). Dieser Ansicht ist seitdem mehrfach vom theoretischen Standpunkte, wie von Seiten der mikroskopischen Untersuchung widersprochen worden, ohne dass ich sie für widerlegt halte. Im Gegentheile halte ich immer noch für möglich, dass hier etwas ähnliches obwalte, wie in der Ausbreitung der peripherischen Nervensubstanz in den elektrischen Organen der Fische. Die Erledigung dieser Frage ist eine sehr schwierige der Histologie, aber auch gewiss von grosser Bedeutung für eine künftige Theorie der wirksamen Elemente der Centraltheile des Nervensystems.

Lange hat man sich bei einem scheinbaren schliesslichen Ergebniss der Histologie des peripherischen Nervensystems beruhigt, bei dem der Nervenschlingen, obwohl dieselben für jede, auch die unvollkommenste theoretische Erklärung ein

---

ciliaris für motorische Erreger zu halten, durchaus kein anderes Fundament hat, als anatomische Gründe, worauf auch ich meine Ansicht gründete. Ehe der Versuch entschieden hat, lässt sich etwas sicheres hierüber nicht sagen. Ja ich würde mir getrauen, eine Reihe von immerhin zulässigen Wahrscheinlichkeitsgründen aufzuführen, welche die Möglichkeit lassen, auch diese Ganglienzellen (deren Bipolarität ich auch schon früher beim Zitterrochen an Magen- und Darmnerven beschrieb) für sensiblen Fasern eingebettet zu halten, welche die dunklen, unter Umständen selbst zu heftigen Schmerzgefühlen gesteigerten Empfindungen der betreffenden Organe zum Rückenmark und Gehirn fort leiten. Wir wissen leider so unendlich wenig von diesen Nervengebilden, dass die Conjectural-Physiologie, welche hier allein Geltung hat, den freiesten Spielraum besitzt.

*) Nachrichten von der G. A. Universität der Wissensch. Jahrg. 1859. Nr. 6. 1860. Nr. 6.

grosses Hinderniss boten. Die Verfolgung dieser Verhältnisse mittelst anhaltender mikroskopischer Untersuchung führte zu immer fortschreitenden Entdeckungen der wahren Endigung der Nerven im elektrischen Organ der Fische, in den Tastkörperchen, in den Muskeln und ist unstreitig auch der Anstoss geworden für die weiteren Forschungen in der Haut und den Sinnesorganen, wo man auch früher vielfach schlingenförmige Endigungen angenommen hatte, wie dies freilich selbst von mir geschehen war, ehe ich a priori gegen die Schlingen eingenommen wurde.

Wie schon oben erwähnt, sind jedoch alle diese an und für sich und für eine spätere Zukunft gewiss höchst interessanten histologischen Ergebnisse zur Zeit ohne Einfluss auf diejenigen Resultate, welche man in Bezug auf die Function der Centraltheile des Nervensystems aus den Excisionen und klinischen Erfahrungen ableiten kann*). Zufrieden mit den Anregungen, welche ich auf diesem Gebiete gegeben zu haben glaube, werde ich mich nicht weiter mit mikroskopisch-histologischen Untersuchungen befassen und muss es jüngeren Augen überlassen, zunächst die hier zu stellenden Fragen, auch gerade diejenigen, welche ich a. a. O. über die Elemente des kleinen Gehirns gestellt habe, zur Entscheidung zu bringen.

Wir wenden uns nun zu den partiellen Zerstörungen des kleinen Gehirns, wie sie ziemlich häufig beim Menschen vorkommen und vergleichen dieselben dann mit den Ergebnissen der Vivisectionen.

(Fortsetzung folgt.)

---

*) Natürlich will ich hierdurch nicht Ergebnisse präjudiciren, welche jeden Augenblick erfolgen können, wenn es gelingt die histologischen Forschungen physiologisch oder pathologisch zu verwerthen. Ein solcher Anfang liegt z. B. gleich vor in Bergmann's histologischer Untersuchung eines kranken Kleinhirns, wo in den Rindenzellen die Faserabgänge verloren gegangen waren. Es freut mich, diesen auf Physiologie des Gehirns gerichteten Aufsatz hier in dieser Zeitschrift mit zwei so gründlichen Arbeiten, wie die von Theile über den Microcephalus und die eben erwähnte von Bergmann, in einem Hefte vereinigt zu sehen.

Knochenvarietäten.

Von

Dr. **Schwegel.**

Im fünften Bande, dritter Reihe, zweitem Hefte dieser Zeitschrift habe ich einen Theil meiner an der anatomischen Anstalt zu Prag gemachten Knochenstudien veröffentlicht; einen zweiten Theil derselben theile ich im Folgenden mit.

1. Hinterhauptsbein.

An einem 2, 5 Centimeter langen, hiemit normal langen Grundstücke des Hinterhauptbeins wurden zwei seitliche, 3‴ breite und eine mittlere, 2‴ breite Querspalte beobachtet. Diese Spaltenbildung ist in Folge einer gehemmten knöchernen Vereinigung der vordern und rückwärtigen Knochenkerne entstanden. Die seitlichen Spalten dienten den Sinus petrosi inferiores zum Durchgange ganz auf ähnliche Weise wie die Canaliculi des Sulcus transversalis und sigmoideus und Canalis mastoideus dem Sinus transversus.

Manchmal wurden am Foramen occipitale magnum zum Canalis pro Nervo hypoglosso verlaufende Halbkanäle, worin der Nervus hypoglossus liegt, vorgefunden. Oefters kamen ähnliche Halbkanäle auch dort vor, wo der Canalis mastoideus ausserhalb des Sulcus sigmoideus lag.

In 10 Procent von Schädeln kam ein Communicationskanal vom Canal. condyloid. posterior zum Sulcus sigmoideus vor; diess insbesondere dann, wenn der Canal. condyl. post. kürzer und die Fovea pro bulbo jugulari grösser als gewöhnlich sind. Der von mir a. a. O. bezeichnete Canalis condyloideus posterior inferior mündet manchmal in den Canalis condyloideus anterior und dessen Nebenkanälchen, als Canalis condyloid. intermedius. Diese Kanälchen insgesammt führen Venen und stellen die Communicationen zwischen diesen her.

2. Das Wespenbein.

Das Vorkommen zweier Paare von Wespenbeinmuscheln, eines vordern und untern, das bisher Ein Mal a. a. O. beschrieben worden, beobachtete ich nach glücklicher Knochen trennung an einem zweiten Wespenbeine. Das Wespenbein hatte nach vorn nur die Crista sphenoidalis, aber keine mittlere Wand zwischen die Muscheln abgegeben, welche von diesen selbst gebildet wird.

Sowohl von dem Orbitalflügel als dem Vaginalfortsatz wurde je zwei Mal beobachtet, dass sie Höhlen einschlossen.

Zu den vielen Abweichungen des hintern Temporalflügelrandes, die a. a. O. aufgezeichnet sind, sind jene kleinen Stacheln beizufügen, welche zwischen Foramen ovale und spinosum nach unten ragen. Zwischen diesen Stacheln entstehen manchmal von vorn nach hinten oder von aussen nach innen horizontal verlaufende Kanälchen, wie solche auch zwischen den Stacheln der Spina angularis oder Ala parva Ingrassiae vorkommen. Die einen wie die anderen Stacheln fand ich mit der äussern Lamelle des Flügelgaumenfortsatzes ligamentös oder knöchern verbunden.

Der innerste Canalis sphenoidalis wird manchmal so gross wie das Foramen rotundum oder ovale; in solchen Fällen führt er nebst Venen auch Nerven des dritten Astes.

Schliesslich sei noch zweier Kanälchen erwähnt, welche zwischen Processus vaginalis und pterygoideus in horizontaler Richtung verlaufen. Einer davon ist constant vorhanden.

3. Das Siebbein.

Ein seltenes Verhalten wurde an einem Siebbein beobachtet. Dasselbe hatte eine niedrige Crista galli, vor dieser eine 4''' lange, 3''' breite Grube, welche theilweise die obere Wand der rechtsseitigen Stirnhöhle bildete.

4. Das Stirnbein.

Zu den verschiedenen Abweichungen der Canales supraorbitales, die a. a. O. aufgezählt sind und die ich wiederholt beobachtet habe, wird noch die Versetzung eines Canalis supraorbitalis internus in die Glabella hinzugefügt, die auch schon Böhmer aufgezeichnet hat.

5. Das Schläfenbein.

An der vordern, innern Felsenbeinfläche fand ich zwei Mal ein von einer dünnen Knochenleiste bedecktes Kanälchen, das von vorn unten nach oben hinten verlief, und die Sinus petrosus anterior und superior unter einander verband.

Einen doppelten Warzentheilfortsatz, den schon Böhmer beobachtet hat, habe ich Ein Mal angetroffen. Es war in diesem Falle der hintere Rand des Warzentheils aussen aufgeworfen und verdickt und bildete mit dem verdickten Rande der Hinterhauptsschuppe einen zweiten warzenförmigen Fortsatz. Vom vordern war dieser durch einen tiefen Einschnitt, Incisura intermastoidea, getrennt.

6. Das Seitenwandbein.

An der äussern Fläche des Seitenwandbeins wird eine obere zweite Linea semicircularis vorgefunden. Sie beginnt vorn 1 Centim. über der gewöhnlichen, verläuft in gleicher Distanz von dieser nach rückwärts, und endet 1 Centim. über dem seitlichen Winkel der Hinterhauptsschuppe. Die Linie ist meist seicht vertieft, selten erhaben, auch ist sie nur sehr selten deutlich ausgeprägt.

Es geschieht dieser schwach angedeuteten Linie nur aus dem Grunde eine Erwähnung, weil das Vorhandensein einer solchen für die Entwicklung des Seitenwandbeins aus zwei Ossificationspunkten, einem innern und äussern, spricht.

7. Das Oberkieferbein.

Eine in ophthalmologischer Beziehung beachtenswerthe Beschaffenheit besteht darin, dass der Stirnfortsatz an seiner Aussenseite durch einen scharfen Rücken in zwei Felder getheilt und deren vorderes zu einer merklich tiefen Furche ausgeschweift ist. Solche Stirnfortsätze habe ich drei Mal unter 25 Schädeln gefunden; sie sind es, welche bei den Einschnitten und Sondirungen des Thränenschlauches die Erzeugung von falschen Wegen begünstigen, worauf übrigens schon Bromfield*) aufmerksam gemacht hat.

8. Das Thränenbein.

Bei einer Durchforschung von hundert Schädeln fand ich das innere rückwärtige Thränenbein mit den Nachbarknochen noch häufiger synostosirt als a. a. O. Es war nehmlich synostosirt oder fehlte fünfzehn Mal unter hundert Schädeln. Dass das rückwärtige Thränenbein mit den nächsten Knochen synostosire oder fehle, wusste man auch schon zu Sandifort's**) Zeiten. Die Synostosen des Thränenbeins mit dem Stirnfortsatze des Oberkiefers und mit der Papierplatte des Siebbeins sind die gewöhnlichsten; jene mit den Orbitalfortsätzen des Stirn- oder Oberkieferbeines sind selten.

---

*) Observ. cases chirurg. Vol. I. pg. 341.

**) J. T. Lust, De praecipuis variorum lacrymalium morbis. Argent. 1776.

Auch verdient ein hinter dem Canalis nasolacrymalis, in der Naht zwischen dem rückwärtigen innern Thränenbeine und dem Orbitalfortsatz des Oberkiefers vorkommendes, $^1/_2$ ''' im Durchmesser messendes Loch hervorgehoben zu werden. Es kommt nicht blos an macerirten, sondern auch an frisch praeparirten Schädeln vor. Es führt in den mittlern oder obern Nasengang.

9. Die untere Nasenmuschel.

Unter einer grossen Zahl von Nasenmuscheln fand ich ziemlich constant den vom obern Rande derselben ausgehenden Processus ethmoidalis mit zwei Löchern, die zum Antrum maxillare führen, und mit zwei Zacken versehen.

10. Das Nasenbein.

Ein Nasenbein, oben 2''', unten 5''' breit, fand ich Ein Mal. Diese Abweichung ist als Cyclopie des niedersten Grades zu betrachten. Sie kommt seltener vor als die Synostosis zweier Nasenbeine zu Einem.

11. Das Jochbein.

Unter den Aufzeichnungen über das Jochbein sind erwähnenswerth ein von innen nach aussen verlaufendes Kanälchen des Processus anomalus und die Synostosen des Jochbeins mit dem Jochfortsatz des Schläfebeins in zwei Fällen. Letztere haben schon Dumeril und Meckel beobachtet.

12. Der viereckige Nasenscheidewandknorpel.

Die hintere Ecke des Nasenscheidewandknorpels reicht in seltenen Fällen bis zum Wespenbeine als ein 2''' breiter Streif hinauf. Dadurch werden die verticalen Platten des Sieb- und Pflugscharbeines von einander getrennt. Dieses Verhalten spricht für die Selbständigkeit der die Nasenscheidewand constituirenden Theile.

13. Das Pflugscharbein.

Die Ausbiegungen der Nasenscheidewand, welche a. a. O nur den Vereinigungslinien der constituirenden Theile zugeschrieben worden, fand ich auch zuweilen als Auftreibung längs des interossealen Kanals, 3''' unter dem obern Rande des Pflugscharbeins, bald nur nach einer bald nach beiden Seiten und in seltenen Fällen als Verdickung des Knochens, einer oder beider Lamellen, so wie auch des Knorpels.

14. Die Wirbelknochen.

Unter den Abweichungen der Wirbelsäule verdient zuerst jene hervorgehoben zu werden, bei der ihre Segmente aus einer von der Norm abweichenden Wirbelzahl bestanden.

Es wurden Ein Mal sechs Hals- dreizehn Rücken- und sechs Lendenwirbel gezählt, welche in den verschiedenen Abtheilungen die characteristischen Unterschiede darboten. Die Wirbelsäule stammte von einer männlichen Leiche her.

Dann sind die knöchernen Verschmelzungen zwischen dem Hinterhauptsbein und Atlas einerseits, diesem und dem Epistropheus anderseits zu erwähnen. Solche sind gar nicht selten. Das anatomische Museum in Prag besitzt vier solcher angebornen Synostosen, und mir sind im Verlaufe von 4 Jahren drei vorgekommen. Im ersten Falle war der vordere Abschnitt des Atlas mit dem Hinterhaupt knöchern verschmolzen; im zweiten war der Atlas sowohl an das Hinterhaupt als an den Epistropheus und zwar ringsherum knöchern angewachsen; und im dritten ist der vordere Abschnitt und die rechtsseitige Bogenhälfte des Atlas mit den gleichnamigen Theilen des Epistropheus synostosirt gewesen. Von den Synostosen der untern Halswirbel habe ich gleichfalls drei aufgezeichnet, als: erstens, zwischen den Körpern des dritten und vierten, dann fünften und sechsten, hernach sechsten und siebenten Wirbels. Mit einigen dieser Synostosen waren combinirt der Mangel des Wirbelkörpers Ein Mal, ein drei Linien hoher fünfter Wirbelkörper Ein Mal und andre angeborne Missbildungen. In keinem Falle wurden Hyperostosen, Rauhigkeiten und Osteophyte beobachtet. Erwähnenswerth sind ferner 1 bis 3''' hohe, 3 bis 4''' im Umfang betragende Höcker der mittlern und untern Halswirbelkörper. Sie sitzen an den obern Rändern derselben und etwas seitlich von der Medianlinie und sind den Höckern der Rücken- und Lendenwirbelkörper ähnlich, welche bei Lobstein und Rokitansky als Exostosen beschrieben und von Sam. Wilks*), aus chronischen Gelenkentzündungen erklärt werden. Das einseitige Vorkommen widerstreitet der Annahme, dass sie den vordern Processus spinales einiger Thiere entsprechen könnten; auch als Processus musculares können sie nicht gelten. In chirurgischer Beziehung kann hervorgehoben werden, dass ein derartiger Höcker das „Tubercule carotidien" Chassaignac's vortäuschen könnte.

Weiter wurde in einigen Fällen beobachtet, dass der hintere Schenkel des Querfortsatzes in den vordern sich hackenförmig umbiegt und letzterer durch eine Spalte vom Wirbel getrennt bleibt, was für eine selbständige Verknöcherung des vordern Schenkels spricht.

---

*) Ueber chron. Gelenksentzündung, Guys Hosp. rep. Ser. III. Vol. IV. 1858 resp. Schmidt Jahrb. Bd. 103.

Ein kleiner Höcker am rückwärtigen Schenkel des siebenten Halswirbelquerfortsatzes, welcher manchmal beobachtet wird, ist insofern von Belang, als er mit dem Processus (Tuberculum) mammillaris der Lendenwirbel homolog zu sein scheint. Ein Mal fand ich denselben gelenkartig mit dem obern Gelenkfortsatz des ersten Rückenwirbels verbunden (Diarthrosis accessoria obliqua).

Zuletzt sei des ziemlich constant vorkommenden dreitheiligen Querfortsatzes an den untern drei Brustwirbeln erwähnt, welcher sich von dem der Lendenwirbel nur dadurch unterscheidet, dass an den letztern der vordere Processus costarius am stärksten entwickelt ist. Dieses Verhalten würde gegen die von den berühmten Anatomen Joh. Müller und Retzius behauptete Homologie der Processus costarii mit den Rippen sprechen.

Endlich wird hiemit auch Ein Fall mitgetheilt, wo die Bogenhälften des vierten Lendenwirbels an der interarticulären Stelle durch Bruch getrennt waren. Beide Abschnitte hatten evidente Bruchflächen.

15. Das Brustbein und die Rippen.

Ein massenhaftes Material dieser Knochen führte zu einigen Erfahrungen, welche von den gäng und gäben Anschauungen abweichen. Es ergab sich nemlich, dass das Brustbein als Ganzes so wie in seinen einzelnen Theilen beim männlichen Geschlechte länger und breiter als beim weiblichen sei*).

Ebenso ist der männliche Brustkorb in allen seinen Richtungen grösser als der weibliche. Der Durchmesser von vorn nach hinten beginnt an der Apertura superior mit 2″ und erreicht an der Apertura inferior 5 bis 7″; der Querdurchmesser des Einganges, die Wirbel berührend, beträgt 4″, erreicht an der 8., 9. oder 10. Rippe das höchste Mass von 8 bis 10″. Nie wird der normale Brustkorb schon im Niveau der 6. Rippen am breitesten. Die genannten Durchmesser so wie die Höhenmasse sind caeteris paribus im weiblichen Geschlechte kleiner als im männlichen**).

Ueberdiess beobachtete ich Ein Mal die erste Rippe linkerseits mangelhaft entwickelt: es fehlte ihr $1^1/_2$″ des Brustbeinendes.

---

*) Gewöhnlich wird angenommen, dass die Handhabe des Brustbeins beim weiblichen Geschlechte breiter als beim männlichen ist, was für die Mehrheit der Fälle nicht gilt.

**) Der weibliche Brustkorb scheint nur desshalb breiter als der männliche zu sein, weil er kürzer als dieser ist.

16. Die Knochen der Extremitäten.

Unter den Abweichungen des Schulterblattes ist insbesondere jene zu erwähnen, bei der die Epiphysis acromialis persistirt nach dem 20. Jahre. Ich fand zwei solche Schulterblätter, wo die $^1/_2{}''$ langen Processus acromiales knorplig mit der Schultergräte verbunden waren.*)

Unter die typischen Beschaffenheiten des Oberarmbeins rechne ich ausser den Tubercula zum Ansatz des Musc. latissimus dorsi, pectoralis major, teres major und coracobrachialis noch folgende häufig vorkommende Tubercula, als: ein Tuberculum accessorium minus und ein Tuberculum accessorium posticum majus, zum Unterschied vom anticum, welches dem Ansatz des Musc. pectoralis major dient. Das Tuberculum minus accessorium kommt unter dem Tuberc. minus vor, wird vom Sulcus intertubercularis begrenzt, ist von 2''' Höhe, sitzt mit 2''' breiter Basis auf und dient dem Musc. subscapularis zum Ansatz. Das Tuberculum majus accessorium posticum ist kleiner; es sitzt 1''' unter dem Tuberculum majus und in der äussern Kante des Oberarmbeins und dient einem Auswärtsroller zum Ansatz. Die Ueberbrückung des Sulcus intertubercularis in seltenen Fällen mittelst einer 3''' langen Knochenleiste erzeugt einen kurzen Kanal im Sulcus intertubercularis.

An der Speiche ist manchmal die Tuberositas kraterförmig vertieft und dann auch mit einem Sulcus circularis rings um die Basis begrenzt. Im obern Drittel derselben ragt zuweilen ein kleiner Processus interosseus gegen die Ulna hin.

An der Ulna sind hervorzuheben: die Einschnitte sowohl der äussern als innern Seite an der Flexura sigmoidea, welche zu einem Grübchen sich vereinen, ferner eine rauhe vertiefte Grube unter dem Processus coronoideus anstatt einer Tuberositas für den Musc. brachialis internus.

Als bisher unbekannte Vorkommnisse sind zu erwähnen die accessorischen Höcker oder Trochanteren des Oberschenkelbeins. Ein solcher Höcker kommt öfters am vordern obern Rande des Schenkelhalses vor. Er wird durch glatte Einschnitte sowohl vom Trochanter major als vom Gelenkkopfe geschieden. Da dieser Höcker aus einem eigenen Ossificationspunkte entsteht, so kann er als ein Tuberculum colli bezeichnet werden. Ein zweiter Höcker wird an der Linea intertrochanterica anterior und zwar dort zuweilen angetroffen, wo sich diese in

---

*) Vgl. Dr. H. Ruge, Ueber die Gelenkverbindung zwischen Schulterkamm und Acromion. Diese Ztschr. 3. Reihe. VII.

die zwei Schenkel spaltet. Dieser wird als Tuberculum lineae intertrochantericae anterioris unterschieden werden können. Für diesen Höcker wird kein eigener Ossificationspunkt aufgefunden.

Ein dritter Höcker kommt an der Linea intertrochanterica posterior und zwar in gleicher Höhe mit dem Trochanter minor zuweilen vor.

Dieser kann als Tuberculum der Linea intertrochanterica posterior bezeichnet werden.

Jeder von diesen Höckern kann eher für einen Trochanter tertius oder accessorius gelten als jene unmittelbar über den Condyli femoris vorkommenden Höcker, welche Gruber als Trochanter bezeichnet hat, da sie schon gar weit von den eigentlichen Trochantern entfernt sind.

Die Tubera supracondyloidea kommen nicht selten auf einer oder der andern Seite und auch symmetrisch vor. Die Fortsätze von $^1/_2$ bis 1'' Länge und 4''' Breite an der Basis werden gewöhnlich 2'' über der Gelenkfläche beobachtet. Gewöhnlich sind letztere pathologischen Ursprungs, wie auch Stanley*) meint. In seltenen Fällen wurde am untern innern Drittel des Femur auch ein Halbkanal für die Art. circumflexa vorgefunden.

Schliesslich wird bemerkt, dass öfters anstatt der rauhen Linea poplitea des Schienbeins ein Höcker vorkomme, der als Insertionsstelle des gleichnamigen Muskels sich darstellt.

Nachdem in den beiden Aufsätzen eine grosse Zahl von Knochen-Varietäten der Erwachsenen mitgetheilt worden, erübrigt es nur, dieselben mit Zuhilfenahme der Osteogenie unter allgemeine Gesichtspunkte zu subsummiren, denn der Anatom soll nicht blos sammeln, er muss auch die angehäuften Thatsachen vereinfachen und jedes anatomische Vorkommniss auf die möglichen Beziehungen zu durchforschen bedacht sein.

Nur eine derartige Bearbeitung der Varietäten gewährt Nutzen. Die übersichtliche Darstellung der Varietäten ist für den Anfänger in der Anatomie nothwendig, und sie ist für ihn genügend; sie wird in der Erforschung ihn leiten und die Lust zum Knochenstudium nicht benehmen, wie es eine weitschweifige, übersichtslose Aufzählung der Varietäten immer zur Folge hat. Ist die Uebersicht dargeboten, so wird sich jeder, der sich eine oder die andere Knochengruppe zum besondern Studium auserwählt, leicht auch eine Einsicht in die Einzelheiten verschaffen.

---

*) On diseases of the bones. London. 1849.

Alle Knochenvarietäten zusammengenommen lassen sich in wenige Gruppen unterbringen, als: 1., wo die Zahl, 2., die Grösse, 3., die Verbindung, 4., die Lage der Knochen und deren Theile regelwidrig sind.

1) In einer von der Norm abweichenden Zahl kommen die Knochen oder deren Theile vor, wenn einzelne davon mangeln oder in Ueberzahl vorhanden sind. Es fehlen oder sind überzählig einzelne Knochen, z. B. Nasenbeine, Muscheln, Thränenbeine, Wirbel, Rippen und Extremitätsknochen; es können dann in einer regelwidrigen Zahl nur einzelne Knochentheile vorkommen, z. B. Fortsätze, Höcker, Stacheln, Leisten, Plättchen, Firsten, Schalt- und Nahtknochen. Dieses wird an allen Knochen des Skelets beobachtet: sowohl an dem Schädel und den Wirbeln als an den übrigen Knochen. Aber auch wesentliche Knochentheile kommen in regelwidriger Zahl vor, so z. B. fehlen einzelne Theile des Grundstückes des Hinterhauptsbeines, einzelne Körper und Bogen der Wirbel oder sie kommen in Ueberzahl vor. Hiemit ändert sich auch nothwendiger Weise die Zahl und Grösse der Furchen, Kanäle und Spalten.
2) Der Grösse nach bieten die Knochen und deren Theile Regelwidrigkeiten dar, wenn sie entweder zu klein oder zu gross, oder theils zu gross theils zu klein für das abgeschlossene Wachsthum sind. Von den Grössenvarietäten der Knochen und deren Theilen sind dann auch abhängig die Zahl und Grösse der Furchen, Kanäle und Spalten.
3) Die Verbindungen der Knochen sind von der Norm abweichend, wenn Knochen oder deren Theile, welche nach vollendetem Wachsthum eigentlich getrennt sein sollten, knöchern verschmelzen, und umgekehrt knorplig oder ligamentös vereint solche gefunden werden, welche eigentlich knöchern verwachsen sein sollten. Solche abnorme Verbindungen werden nicht nur bei regelwidrig kleinen und grossen, sondern auch bei normal grossen Knochen angetroffen. Hieher sind zu rechnen: die Synostosen zwischen einigen Schädel- und Wirbelknochen, dann die Spaltungen einzelner derselben. Die regelwidrige Verbindung der Knochen hat auch Abweichungen der Furchen, Kanäle, Höhlen so wie auch der Rauhigkeiten, Höcker, Fortsätze u. a. in Bezug auf deren Zahl, Grösse, Lage zur Folge.
4) Die Abnormität einzelner Knochen besteht bloss darin, dass sie keine dem vollendeten Wachsthume entsprechende Richtung und Lage haben z. B. die Knickungen des Brustbeines. Meist ist die Lageabweichung mit jener der Verbindung,

Zahl und Grösse combinirt z. B. die spiralige Vereinigung der Wirbelbogenhälften mit Mangel einer Wirbelbogenhälfte u. a.

Schliesslich muss jedoch bemerkt werden, dass die Unterbringung der Abweichungen unter allgemeine Gesichtspunkte nicht vollkommen ist, indem manche zugleich unter mehre Gesichtspunkte gehören. Die Eintheilung der Varietäten ist empirisch und als solche ebenso wenig vollkommen, als jene der Missgeburten.

Die Accommodationsgeschwindigkeit des menschlichen Auges.

Von

Dr. **Ch. Aeby**, Privatdocenten in Basel.

In verschiedener Beziehung ist es von Wichtigkeit, die Zeit zu kennen, welche das Auge zur Ausführung der Accommodationsbewegungen bedarf. Der Versuch, sie zu messen, ist meines Wissens bis jetzt einzig von Volkmann*) gemacht worden, und zwar in der Weise, dass er untersuchte, wie oft ihm binnen einer gewissen Zeit die Fixirung zweier in verschiedener Entfernung vom Auge befindlicher Punkte gelang. Er fand, dass die genannten Bewegungen verhältnissmässig langsame sind, und dass sie ihren Ursprung jedenfalls nur der Thätigkeit organischer Muskelfasern verdanken können. Der in neuerer Zeit gelieferte Nachweis der Abhängigkeit der Accommodation von einer Formveränderung der Linse muss das Interesse für den Gegenstand steigern und namentlich die Idee erwecken, ob nicht der zeitliche Verlauf der Accommodation mit demjenigen einer einfachen Muskelcontraction übereinstimme.

Zur Erzielung genauerer Resultate ist jedoch Volkmann's Methode unbrauchbar, weil sie voraussetzt, dass die Einstellung des Auges von einem nähern auf einen fernern und umgekehrt von einem fernern auf einen nähern Punkt in beiden Fällen dieselbe Zeit in Anspruch nehme. Ich habe deshalb versucht, die Dauer einer jeden Accommodation direct zu bestimmen.

Als Fixationspunkte dienten nicht allzu feine Nadelspitzen, deren Bilder, auf einen gleichmässig hellen Hintergrund projicirt, den Moment des deutlichsten Sehens scharf hervortreten lassen. Zur Messung der Zeit wurde ein galvanischer Strom benützt, der mittelst leisen Fingerdruckes rasch sich schliessen liess. Ein gewöhnlicher electromagnetischer Apparat stand damit in Verbindung und bewirkte, sobald er in Thätigkeit

---

*) R. Wagner, Handwörterbuch der Pysiologie. III. 1. Pag. 309.

trat, das Auffallen eines Stahlstiftes auf einen berussten mit gleichmässiger Geschwindigkeit sich drehenden Glascylinder. Indem der Strom während der ganzen Accommodationszeit geschlossen blieb, musste ihr die Länge der auf dem Cylinder gezogenen Linie genau entsprechen. Mit einiger Uebung lässt sich ziemlich sicher auf diese Weise arbeiten; doch ist klar, dass nur aus einer längern Versuchsreihe erhaltene Mittelzahlen verwendbar sind*). Störend wirkt der Umstand, dass die Accommodationsgeschwindigkeit selbst zu verschiedenen Zeiten nicht unbeträchtliche Schwankungen darbietet; in dieser Beziehung leitet übrigens das empirische Gefühl schon ziemlich sicher; um jedoch irrige Resultate zu vermeiden, wurde vor jeder neuen Versuchszeit eine schon früher untersuchte Strecke von neuem geprüft. Die gefundenen Zahlenwerthe sind in der folgenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt. Die Entfernungen sind sämmtlich in Millimetern, die Zeiten in Secunden angegeben. Alle Versuche sind bei monocularem Sehen und innerhalb der Grenze der deutlichen Sehweite angestellt.

Abstand der beiden fixirten Punkte		Zeit für die Accommodation	
vom Auge	von einander	in die Nähe	in die Ferne
430—270 Mm.	160 Mm.	0,540 Sec.	(0,220) Sec.
270—190 -	80 -	0,544 -	—
190—150 -	40 -	0,547 -	0,180 -
150—130 -	20 -	0,523 -	—
130—120 -	10 -	0,545 -	0,179 -
120—115 -	5 -	0,554 -	—
430—190 -	240 -	0,763 -	(0,448) -
270—150 -	120 -	0,764 -	—
190—130 -	60 -	0,762 -	0,288 -
150—120 -	30 -	0,770 -	—
130—115 -	15 -	0,767 -	0,289 -
430—150 -	280 -	0,864 -	(0,611) -
270—130 -	140 -	0,877 -	0,457 -
190—120 -	70 -	0,868 -	0,475 -
150—115 -	35 -	0,880 -	0,453 -
430—130 -	300 -	(0,995) -	(0,853) -
270—120 -	150 -	1,054 -	0,669 -
190—115 -	75 -	1,067 -	0,654 -
430—120 -	310 -	1,491 -	(1,067) -
270—115 -	155 -	1,494 -	0,947 -
430—115 -	315 -	1,908 -	1,234 -

*) Die mitgetheilten Zahlen sind das Mittel aus durchschnittlich je 50 Beobachtungen.

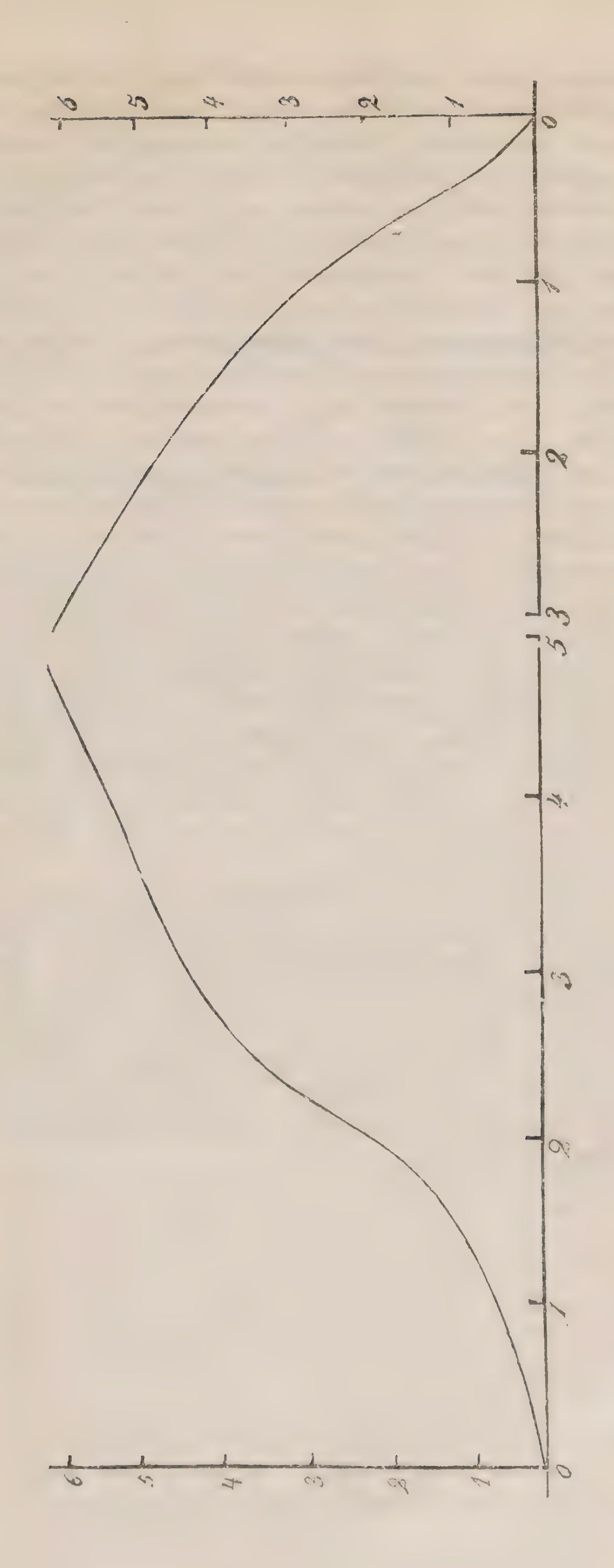
Ueberblicken wir die Glieder des ersten Abschnittes dieser Zusammenstellung, so erkennen wir sofort, wie mit der Annäherung des fixirten Punktes an das Auge die Dauer der Accommodation wächst, und zwar bilden die Strecken, welche in Bezug auf sie einander gleichwerthig sind, eine vom Nahpunkte zum Fernpunkte aufsteigende geometrische Reihe mit dem Quotienten 2*). Von besonderer Bedeutung ist es nun, dass ihre Gleichwerthigkeit ungestört bleibt, wie wir sie auch immer mit einander combiniren mögen. Die Ausnahme, welche bei der Accommodation in die Ferne die vom Auge am weitesten abliegende Strecke zu machen scheint, ist nur eine scheinbare und darauf zurückzuführen, dass bei dem schon etwas undeutlichen Punkte das Auge etwas längere Zeit braucht, um sich von dem bereits erfolgten Eintritt des deutlichsten Sehens zu überzeugen. Die betreffenden Zahlen sind deshalb auch eingeklammert. Dass die Accommodationszeit für die combinirten Strecken nicht proportional der Zahl der darin enthaltenen einfachen Strecken, sondern in viel langsamerem Verhältnisse zunimmt, kann nicht überraschen. Eine Vergleichung der einzelnen Werthe unter einander erinnert an die Zahlen, welche für den Verlauf einer einfachen Muskelzuckung erhalten werden. Noch schärfer aber tritt diese Beziehung hervor, wenn wir derselben, wie es in der beigegebenen Figur geschehen, eine Curve substituiren, in der die Zeiten als Abscissenachse**), die durchlaufenen einfachen und aequivalenten Strecken als Ordinatenhöhen aufgetragen sind. Wir erhalten dann eine Linie, die anfangs mit beschleunigter, später mit verminderter Geschwindigkeit aufsteigt, um wieder mit erst zunehmender, dann abnehmender Geschwindigkeit herabzusinken. Ihr mittlerer Theil lässt sich freilich nicht direct construiren, kann aber mit leichter Mühe aus dem Gesammtverlaufe ergänzt werden. Die Accommodation in die Nähe entspricht der Verkürzung, diejenige in die Ferne der Wiederverlängerung eines Muskels.

Von der gewöhnlichen Gleichgewichtscurve dieses letzteren unterscheidet sie sich nur dadurch, dass ihr oberer Theil flacher gekrümmt, wie deprimirt verläuft. Aber diess ergiebt sich bei Erwägung der Umstände als nothwendiges Resultat. Der Widerstand, den der sich contrahirende Accommodationsmuskel sei es in der Compression der Linse allein oder zugleich in anderen

---

*) Dasselbe Resultat ist bereits in einer von Volkmann a.a.O. pag. 277 mitgetheilten Zahlenreihe enthalten.

**) Ihre einzelnen Abschnitte entsprechen 0,4 Sec.



Verhältnissen findet, ist kein constanter, wie derjenige eines einmal angehängten Gewichtes, sondern ein mit der Verkürzung fortwährend steigender. Natürlich verlangt die Ueberwindung dieses wachsenden Widerstandes ein Wachsen der Energie des contractilen Gebildes, mithin, da höhere Grade der Energie zu ihrer Entwicklung bekanntlich längere Zeit bedürfen als niedrigere, auch eine Zunahme der Zeit. In der Curve bemerken wir daher vom Nullpunkte aus gerechnet beim aufsteigenden Theil eine Verlängerung, beim absteigenden dagegen eine Verkürzung der Abscissenachsen, da alles, was dort hindernd und verspätend, hier fördernd und beschleunigend wirken muss. Als Resultat aber ergiebt sich die erwähnte Abflachung des obersten Bogenabschnittes im Vergleiche zu derjenigen Curve, wo der vom Muskel zu bewältigende Widerstand ein constanter ist. Es stimmt vollständig mit dem Verhalten der einfachen Muskelcontraction, dass der absteigende Theil der Curve der steilere ist, und dass demnach die Accommodation in die Ferne weniger Zeit in Anspruch nimmt als diejenige in die Nähe. Zugleich deutet der beträchtliche Zeitunterschied darauf hin, dass das den Muskel belastende Gewicht, wie wir den Widerstand nennen können, kein geringes ist. — Wir haben hier unbedenklich die von der Verkürzung animaler Muskeln entnommenen Gesetze auf diejenige organischer übertragen, da ja nicht mehr bezweifelt werden kann, dass sie wesentlich in gleicher Weise verläuft.

Die vollständige Uebereinstimmung, welche sich hiernach zwischen dem Verlaufe der Accommodation des Auges und demjenigen der Muskelthätigkeit ergiebt, lässt, wenigstens meines Erachtens, darüber keinen Zweifel, dass sie wesentlich identisch sind. Auffallend ist vor allem die eigenthümliche Proportionalität der gleichwerthigen Strecken. Die Rechnung lässt uns leider hier vollständig im Stich, und wir werden wohl noch geraume Zeit mit der empirisch gefundenen Formel uns begnügen müssen.

Ueber das Wachsthum der Muskeln.

Von

Julius Budge, Professor in Greifswald.

Im vorigen Bande dieser Zeitschr. p. 263 ist eine Abhandlung von Herrn Weismann in Frankfurt a/M. erschienen, welche „über das Wachsen der quergestreiften Muskeln nach Beobachtungen am Frosche" handelt. Der Verf. sucht in dieser Arbeit genau dasselbe zu beweisen, was ich bereits an drei Orten gethan habe, nämlich im Archiv für physiologische Heilkunde 1858. p. 71; in Moleschott's Unters. z. Naturlehre 1859. Bd. VI. p. 40; in C. r. T. 47. p. 587. 1858. — Er ist genau zu demselben Resultate gelangt, dass nämlich „während des Wachsthums neue Muskeln sich bilden." Nichts desto weniger hegt der Verf. Zweifel über die Zuverlässigkeit meiner Beobachtungen. Er begründet sein Urtheil durch verschiedene Motive. Erstens hält er die Methode, welche ich angewandt habe, für nicht so sicher als diejenige, deren er sich bedient hat. Ich habe nämlich gefunden, dass die Verbindung, welche Herr Schulze in Rostock zur Isolation von Pflanzenzellen zuerst angegeben hat, (Salpetersäure und chlorsaures Kali) vortrefflich sich eignet, um einen Froschmuskel in seine Fasern so zu zerlegen, dass diese vollkommen aus einander fallen. Als ich zum ersten Male diesen reizenden Anblick vor Augen hatte, kam ich auf den Gedanken, ob es nicht möglich sei, sämmtliche Fasern zu zählen und dadurch in der sichersten Weise eine Frage zu beantworten, welche noch ganz unerledigt war, ob nämlich während des Wachsens neue Muskelfasern den alten sich hinzugesellen, oder ob bloss die vorhandenen eine grössere Ausdehnung annähmen. In der Wissenschaft schien das Letztere ziemlich fest zu stehen, weil man den gewaltigen Unterschied in dem Durchmesser der Muskeln alter und junger Thiere durch sorgfältige Untersuchungen wahrgenommen hatte. Daher war es sehr erklärlich,

dass man eine Neubildung nicht für wahrscheinlich ansah. Man kann jedoch nicht leugnen, dass dies nur eine Vermuthung war, welche gar sehr des definitiven Beweises bedurfte. Wenn in einem und demselben Muskel es Fasern giebt, welche 0,005 Mm. und andere, welche 30mal breiter sind, so kann keine Rede davon sein, eine Berechnung anzustellen, um die Zunahme des Gesammtdurchmessers des Muskels aus der einzelner Fasern zu erklären. Wenn sich nun durch Zählung ein unzweideutiges Resultat erzielen liesse, so war dies ohne Zweifel der sicherste Weg, den Knoten zu zerhauen.

Hat man sich eine Mischung von reiner Salpetersäure (sp. Gew. 1,205) mit chlorsaurem Kali (im Ueberschusse, so dass es auf dem Boden des Gefässes bleibt) bereitet und legt in dieselbe einen Froschmuskel — ich habe beständig den an beiden Enden in Sehnen auslaufenden M. gastrocnemius gewählt — hinein, so dauert es bei erwachsenen Fröschen etwa einen Tag, bis das Auftröpfeln einiger Wassertropfen hinreicht, um das Zerfallen zu bewirken. In warmer Temperatur dauert es nicht so lange, als in kalter, bei alten Fröschen länger, als bei jungen. Durch eine geringe Uebung lernt man sehr leicht die rechte Zeit kennen. Der Muskel zerfällt nun nicht gleich in alle seine einzelnen Fasern, sondern kleine Bündelchen hängen an einander, und trennen sich langsam durch Zusatz weiterer Wassertropfen. Ein solches Bündelchen bringt man mit einer Nadel auf ein Objectgläschen, lässt es, wenn es noch zu viele Fasern erhält, in noch kleinere aus einander gehen und zählt sie alle unter dem Mikroskop bei schwacher Vergrösserung. Bei einiger Vorsicht ist es unmöglich, dass Fasern verloren gehen und da man nur mit einer geringen Menge immer zu thun hat, so ist eine Controle sehr leicht, zumal die anzuwendende Vergrösserung nur gering zu sein braucht.

Bei Fasern bis zu einer gewissen Breite besteht selbst unter Anwendung schwacher Vergrösserungen kein Zweifel. Ist hingegen irgendwo ein solcher vorhanden, indem man nicht sicher ist, ob man auch eine Muskelfaser vor sich hat, so gebraucht man ein stärkeres Objectiv. Die Querstreifen geben den sichersten Aufschluss.

Zuletzt kommt es nur noch darauf an, dass man lauter vollständige Fasern hat und nicht Bruchstücke anstatt ganzer zählt. Wer ein einziges Mal mit diesem oder irgend einem andern Mittel, durch welches Muskelfasern zerlegt werden, Beobachtungen angestellt und unversehrte Muskelfasern vor sich gehabt hat, der wird auf der Stelle zu unterscheiden wissen, ob eine Faser zerbrochen ist oder nicht. Die Enden

sind so charakteristisch bezeichnet, dass wenig Aufmerksamkeit dazu gehört, um dieser Gefahr zu entgehen.

Man sieht also aus dieser Beschreibung, dass man wohl im Stande ist, mittelst des von mir angegebenen Mittels eine vollkommen exacte Zählung vorzunehmen. Jeder Forscher wird sich von der Wahrheit und Richtigkeit dieses Ausspruches überzeugen. Aber dazu ist es nothwendig, sich die kleine Mühe zu nehmen und auch den Versuch anzustellen. Bevor das geschehen ist, kann man nicht beanspruchen, ein Urtheil abzugeben. Herr Weismann hat dies nicht gethan und dennoch einer anderen Methode, von welcher gleich gesprochen werden soll, den Vorzug gegeben, weil durch dieselbe „eine Spaltung in Fibrillen und die Brüchigkeit der Fasern" vermieden wurde. Diese Uebelstände sind nach Hrn. Weismann's Meinung also mit meiner Methode verbunden. Hätte der Verf. wirklich einmal den Versuch angestellt, so würde er nicht bei einer einzigen Faser nach 24 und noch nicht nach 48 Stunden, während welcher der Muskel in der Flüssigkeit geblieben wäre, eine Spaltung in Fibrillen gesehen haben. Das tritt viel später ein. Wenn die Zeit gekommen ist, in welcher der Muskel weich genug, aber noch vollständig zusammenhängend ist, so giesst man die Säure ab und ersetzt sie durch Wasser, in welchem sich die Fasern sehr lange halten. Von einer Spaltung in Fibrillen kann also gar keine Rede sein. Was die Brüchigkeit betrifft, so kommen allerdings, besonders wenn die Säure zu stark war, Fälle vor, in denen die Fasern brüchig sind. Dies sieht man aber bei der ersten Probe, welche man unter das Mikroskop thut, und dann wird man eben den Muskel wegwerfen und ihn nicht zur Zählung benutzen. Mit Einem Worte, ich rufe das Urtheil derer an, welche sich ohne vorgefasste Meinung die geringe Mühe nehmen wollen, nachzuprüfen, und ein Jeder, der mit derjenigen Vorsicht und Ueberlegung, welche bei allen naturwissenschaftlichen Untersuchungen Erforderniss ist, die Prüfung vornimmt, wird zu dem Resultate kommen, dass eine Zählung der Muskelfasern sogar von ganz kleinen Muskeln mit der nöthigen Correctheit möglich ist. Andere hingegen, welche ohne zu prüfen urtheilen, können, wie mir scheint, keine Stimme abgeben.

In unserm Falle kommt noch ein anderer Umstand in Betracht, nämlich der exorbitante Unterschied in der Zahl der Fasern von jungen und alten Fröschen. Wenn der M. gastrocnemius eines 13 Mm. langen Frosches 1053 Fasern bei der Zählung ergab und derselbe Muskel eines 80 Mm. langen 5711 Fasern, so kann man doch nicht wohl die Ausdehnung

der Irrungen so gross annehmen, dass bei dem einen 4638 Fasern zu wenig und bei dem andern zu viel gezählt worden sein sollen. Es gehörte in der That eine seltsame Verbindung von Ungeschicklichkeit, Nachlässigkeit und Unwahrheit dazu, um bei solchen Extremen wenigstens in dem allgemeinen Resultate auf falsche Wege zu gelangen. Angenommen, ich hätte auch in dem einen Falle 1000 Fasern übersehen, und in dem andern 1000 doppelt gezählt, so käme doch noch ein Unterschied von 2638 heraus. — Entschiedener kann kein Resultat sein und einen sicherern Beweis für die Neubildung von Muskeln beim Wachsthum wird man nicht liefern können. — Herr Weismann hätte viel besser gethan, anstatt Schatten auf meine, nicht ohne Mühe unternommenen Beobachtungen zu werfen, sich daran zu geben, ein paar Zählungen vorzunehmen, und dann erst vorzutreten und zu sagen, ob meine Methode und mein Resultat zuverlässig oder verwerflich seien. Dies war um so mehr zu erwarten, als er selbst ein Mittel, welches Moleschott zur Zerlegung von glatten Muskelfasern aufgefunden hat und welches, nebenbei gesagt, vortrefflich ist, zum Zerlegen der quergestreiften Muskeln anwendet. Dieses Mittel ist eine Kalilauge von 35 %.

Wenn ich oben behauptet habe, dass man mit einer Mischung von Salpetersäure und chlorsaurem Kali die Muskelfasern vollständig, ohne sie zu brechen, zerlegen kann, so habe ich nicht damit sagen wollen, es sei das unübertrefflichste Mittel zu diesem Zwecke. Es sollte mir nur dazu dienen, weil ich kein besseres kannte, einen Gedanken auszuführen, und es wäre höchst einseitig, andere Mittel nicht auch zu versuchen. Das von Herrn Weismann angegebene ist in mancher Beziehung, wie erwähnt, ganz vortrefflich. Nach einer Viertelstunde sind Froschmuskelfasern getrennt und vollkommen isolirt, ihre Contouren sind deutlich, die Kerne scharf und umschrieben, die Blutgefässe enthalten noch viele gelbe Blutkörperchen. Es ist eine grosse Annehmlichkeit, in einer so kurzen Zeit eine Operation vollendet zu haben, was bei dem von mir angegebenen Mittel nicht möglich ist. Zu einer Untersuchung, welche sich in wenigen Stunden abmachen lässt, ist die Kalilösung ein äusserst schätzbares Mittel. Zu einer länger dauernden Beobachtung taugt sie jedoch weniger. Erstens verträgt sie keinen Zusatz von Wasser, zweitens fangen, wie Hr. Weismann p. 264 selbst angiebt, schon nach zwei Stunden (oft aber, wie ich gesehen habe, erst später) die Fasern an, brüchig zu werden. Zur Zählung der Fasern ist sie daher nicht so gut, als die andere anwendbar. Bei der gewöhnlichen Dosis von

Geduld, welche dem Menschen zugetheilt ist, hält es für einen Einzigen schwer, unausgesetzt unter dem Mikroskope zu zählen, oder gar zu messen. Jedoch wenn sich Mehre vereinigen, so ist dies Moleschott'sche Mittel höchst schätzenswerth.

Nachdem ich nun bewiesen habe, dass das erste Motiv, welches bei Herrn Weismann den Zweifel an der Zuverlässigkeit meiner Beobachtungen begründen sollte, gar keine Basis hat, gehe ich zu dem zweiten über. Der Verf. glaubt nämlich, ich hätte bei jungen Fröschen nicht alle Fasern gesehen, also auch nicht gezählt. Denn wenn ich sie gesehen hätte, so würde ich vermuthlich auf die Idee gekommen sein, dass sie neugebildet wären, jedenfalls würde ich sie erwähnt haben. — Dieser Schluss ist nicht richtig, so lange nicht erwiesen ist, dass Jeder (sei er auch Gelehrter von Profession) immer denken müsste, wenn er etwas sähe, was doch keineswegs der Fall ist; und zweitens weil man Manches sieht und doch in petto behält, weil es nicht zur Sache gehört.

Doch trifft diese Besorgniss hier nicht zu, denn ich habe wirklich gesehen, gedacht und mitgetheilt. In dem 9. Bande derselben Zeitschrift, Nr. 53, in deren zehntem Herr Weismann p. 263 seine Beobachtungen publicirt, steht in dem Henle'schen Jahresberichte ein Auszug meiner oben schon angeführten Abhandlung. Im Canstatt'schen Jahresberichte ist sowohl im physiologischen, als histologischen Abschnitte p. 60 und p. 155 über meine Arbeit referirt, so dass an vier Orten Erwähnung meiner Beobachtungen geschehen ist. Der Verfasser kennt die Abhandlung des Herrn Margo, welche in dem 4. Hefte desselben 6. Bandes der Moleschott'schen Untersuchungen abgedruckt ist, in dessen 1. Hefte die meinige steht. Hingegen sind leider alle Mittheilungen meiner Resultate ihm gänzlich entgangen. Sonst hätte er sich wohl überzeugen können, dass auch mir die Idee gekommen ist, den Hergang der Neubildung zu studiren, und dass eine bedeutende Aehnlichkeit in seinen Resultaten mit den meinigen herrscht, ja dass seine Abbildungen, abgesehen davon, dass dieselben viel stärker vergrösserte Objecte darstellen, als die meinigen, für die Zuverlässigkeit meiner Beobachtungen in hohem Grade sprechen.

Zur Constatirung der Thatsachen, auf die es doch am Ende am Meisten ankommt, scheint es ein besonders günstiger Umstand zu sein, dass Herr Weismann alle meine Angaben, welche mit den seinigen harmoniren und nicht allein in meiner zweiten, sondern auch in der ersten von ihm theilweise getadelten Arbeit enthalten sind, vollständig übersehen hat und

beide Untersuchungen, d. h. meine und seine, also recht unabhängig von einander geblieben sind.

Herr Weismann gibt an, dass in dem Froschmuskel in ununterbrochener Reihe aufsteigend Fasern der feinsten bis zu den breitesten Durchmessern sich finden. Ich habe sämmtliche Fasern zweier Frösche, welche jedoch nicht zu den kleinsten gehörten, gemessen, der eine war vom Scheitel bis After 71 Mm., der andere 42 Mm. lang. Bei jenem war die schmalste Faser $^1/_{60}$ Mm. = 0,00738'''. Es fanden sich 50 andere Abstufungen, die meisten Fasern (nämlich unter 4562—1013) hatten eine Breite von $^{13}/_{180}$ bis $^{17}/_{180}$ Mm. = 0,03198''' bis 0,03982'''. — Bei dem kleineren Frosche war die schmalste Faser = 0,00555 Mm. = 0,00246'''. Die meisten Fasern (nämlich unter 3842—2064) hatten eine Breite von 0,00984''' bis 0,0246'''. Es zeigten sich überhaupt 34 Abstufungen, von denen die letzte die erste um das 32fache übertraf. Die hier gemessenen Muskelfasern gehören keineswegs sehr kleinen Fröschen an; bei solchen findet man Fasern genug, welche die Hälfte, ja nur den vierten Theil der Breite von der schmalsten der oben angeführten haben.

Setzen wir nun diesen meinen Beobachtungen die betr. des Herrn Weismann entgegen, so findet sich, dass das, was er in der grössten Allgemeinheit ausgesprochen hat, dass nämlich verschiedenartige Abstufungen der Durchmesser bestehen, von mir durch genaue Messungen ermittelt und in Zahlen angegeben ist.

Bei einem M. gastrocnemius einer kleinen Rana esculenta gibt Weismann den Durchmesser von 4 feinen Fasern an, deren dickste 0,00476''', die dünnste 0,0011''' mass. Bei einer mittelgrossen finde ich 0,00246''' als feinste Faser. Man sieht also hierdurch, dass ich keineswegs die schmalen Fasern übersehen habe.

Weismann erwähnt, dass „nicht selten Kerne in dichtgedrängten Gruppen innerhalb dieser feinen Fasern liegen“; ich: dass „neben den ausgebildeten breiten, ausserordentlich schmale, helle, oft nur mit einer Kernreihe versehene Fasern liegen, welche grosse Aehnlichkeit mit embryonalen haben.“

Meine weiteren Beobachtungen der Entwickelung sind in gedrängter Weise von Herrn Henle in seinem Jahresberichte wiedergegeben, p. 53, wo es heisst: „Mit dem Breiterwerden der Fasern nimmt bei jungen Thieren die Zahl der in der Axe gelegenen Kerne zu, auch bleiben die Kerne nicht auf die Axe beschränkt, sondern rücken an die Oberfläche und ragen selbst über den Rand vor. Da es nun Fasern der

feinsten Art giebt, bei welchen die meisten Kerne diese Lage haben, so meint Budge, es liesse sich daraus der Process der Vervielfältigung der Fasern etwa so deduciren, dass vom Rande einer stärker gewordenen Faser eine jüngere sich abschnüre, deren Kerne dann nach innen gegen die Axe rücken, hier sich vermehren, wieder Kerne zum Rande abgeben u. s. w."

Dies sind die im Jahresbericht angegebenen Worte. — Man wird kaum eine einzige Thatsache in Herrn Weismann's Abhandlung finden, welche ich nicht gleichfalls anführe oder durch Abbildung darstelle. Das Folgende giebt theilweise einen kurzen Beleg dazu.

Weismann	Budge*)
p. 270 Vermehrung der Kerne.	p. 48 M.
„ Theilung derselben.	p. 78 W. u. Fig. 2 u. 10 M.
„ unter dem Sarcolemma hügelartige Erhebungen.	p. 49 M. „Der Rand ist durch die Kerne ordentlich hervorgetrieben.
p. 170. Neben der Kernsäule einzelne Kerne.	p. 48 M.
p. 271. Spaltungen.	Diese sind in ihrer verschiedenen Modification dargestellt Fig. 1. 1a. 2. 3. 4. M.
p. 271. Die Spaltung geschieht an mehreren Stellen in der Länge einer Faser zu gleicher Zeit. Theils sind an den Sehnenenden bereits vollkommne Abspaltungen eingetreten, während im übrigen Verlauf nur einzelne kürzere correspondirende Spalten sich zeigen, theils hat sich eine junge Faser bereits in weiter Strecke vom Rande abgeschnürt und hängt nur noch an einer kurzen Strecke mit der Mutterfaser zusammen.	Eine Faser ist an einem Ende noch vollständig, an dem andern nicht mehr ganz mit der Mutterfaser verbunden, in der Mitte bereits abgehoben p. 49 M. und Fig. 2; in andern Fällen war die Verbindung noch lockerer, Fig. 3 und 4.
p. 271. Sehr oft zwei- u. dreifache Spaltungen neben einander. Fig. IX.	Dies habe ich nicht beobachtet.

*) *W.* bedeutet die in Moleschott's Unters., *M.* die im Archiv f. phys. Heilkunde stehende Abhandlung.

Weismann	Budge
p. 272. Es spaltet sich eine Faser nicht in feine Fäden, sondern in 2 gleiche Hälften in der Mitte.	Dieselbe Beobachtung steht in der ersten von dem Herrn W. wohl gekannten Abhandlung p. 78, ohne dass er davon Notiz nimmt. Unter 4256 Fasern fanden sich 3 solcher. Die dazu gehörende Abbildung ist die Fig 3. W.

Ich will nicht weiter mit der Anführung unserer beiderseitigen Resultate fortfahren. Soviel ist aber einleuchtend, dass der Zweifel des Herrn Weismann an der Zuverlässigkeit meiner Beobachtungen keinen Grund hat, nachdem bewiesen worden ist, dass man mit dem von mir angegebenen Mittel nicht nur überhaupt richtige Beobachtungen machen kann, sondern dass genau das von mir gesehen worden ist, was Herr Weismann als neu von ihm gefunden betrachtet.

Nach Weismann haben alle Fasern in den Muskeln gleiche Länge, und obgleich er die Rollet'sche Beobachtung, dass Fasern frei mitten im Verlaufe des Muskelbauches endigen, nicht gerade in Abrede stellt, so hält er sie doch für so selten, dass sie wenigstens beim Frosche nicht in Betracht kommen.

Ich habe auch diese Frage bei meinen Untersuchungen nicht ausser Acht gelassen, und habe eine sehr grosse Verschiedenheit in der Länge gefunden, s. M. p. 49 fg. Jedoch ist der M. gastrocnemius wegen der eigenthümlichen Lagerung seiner Fasern nicht ganz geeignet zu solchen Untersuchungen. Wenn man aber einen Muskel wählt, in welchem die Fasern alle der Längenaxe ziemlich parallel laufen, so wird man mit grösster Schärfe dies entscheiden können, nachdem sie sämmtlich einer Messung unterworfen sind. — Es scheint zwar in der That in den meisten Fällen die neue Faser in der ganzen Länge sich von der Mutterfaser zu trennen, wie aus meinen Abbildungen M. Fig. 2. 3. 4. deutlich hervorgeht. Hingegen ist es fraglich, ob dies die einzige Art der Fortpflanzung sei. Wenn man meine Fig. 1a ansieht, so bemerkt man, dass in der gabelförmigen Spaltung die eine Faser ein sehr schmales eingeschnürtes Ende zeigt, da wo sie von der Mutterfaser abgeht, und es hat das Ansehen, als ob sie zur Abschnürung bestimmt sei.

Die Anwendung des von mir empfohlenen Mittels ist auch sehr geeignet, über die viel bestrittenen Muskelkerne oder Muskelzellen aufzuklären. Wie ich schon in meiner ersten Abhandlung W. p. 74 angegeben habe, kommen zuweilen,

wenn auch höchst selten Fälle vor, in welchen der quergestreifte Inhalt der Fasern grösstentheils ausgetreten ist, aber die Kerne geblieben sind. In einem solchen Falle schienen die Kerne sämmtlich mit Fasern in Verbindung zu stehen, so dass ein anastomosirendes Netz durch die ganze Faser sich zog. — In neuerer Zeit sind über diesen Gegenstand von den Herren Leydig, Welcker, Steffan, Rollet, Böttcher, C. O. Weber u. A. sehr wichtige Untersuchungen geliefert worden, welche im Allgemeinen zu dem Resultate eines die Muskelfasern durchziehenden, vielleicht canalartigen Systemes geführt haben. — Man kann diese Fasern nicht mit Capillargefässen verwechseln, weil letztere in den Muskeln einen eigenthümlichen Verlauf haben, an dem allein man sie schon, alle anderen Merkmale abgerechnet, erkennen kann. Ich kann dem Herausgeber dieser Zeitschrift auch nicht Recht geben, wenn er p. 54 seines Jahresberichts von 1859 glaubt, dass der Anschein feiner vom Rande stärkerer Bündel abgehobener Fasern mit vorragenden Kernen, wie ich sie abgebildet hatte, leicht durch feinste, die Muskelbündel begleitende Capillargefässe entstehen können. Dagegen spricht einmal das Ansehen. Die Querfasern sind bei einigen, wie auch die Abbildung lehrt, so deutlich, dass ein Irrthum kaum zu Stande kommen kann. Zweitens ist mir bei der grossen Menge von Capillargefässen, welche die Muskelfasern begleiten, niemals eines vorgekommen, welches der ganzen Faserlänge entlang heraufliefe, ohne eine Ramification einzugehen.

Endlich will ich noch hinsichtlich der Verbindung von Salpetersäure mit chlorsaurem Kali hervorheben, wie sehr sie eine Anschauung von den Elementartheilen des Muskels, den sarcous elements, gewährt, wenn man längere Zeit, etwa eine Woche denselben in ihr liegen lässt. Es ist zwar nicht jedes Präparat gleich schön und instructiv, aber bei einigem Nachsuchen wird man sehr befriedigende Bilder finden. Hierdurch muss man zu der Meinung gedrängt werden, dass die Muskelfasern aus diesen Elementarkörnchen oder Bläschen bestehen, welche durch eine Bindesubstanz aneinander geklebt sind, und besser der Längs- als der Querrichtung nach aneinander haften.

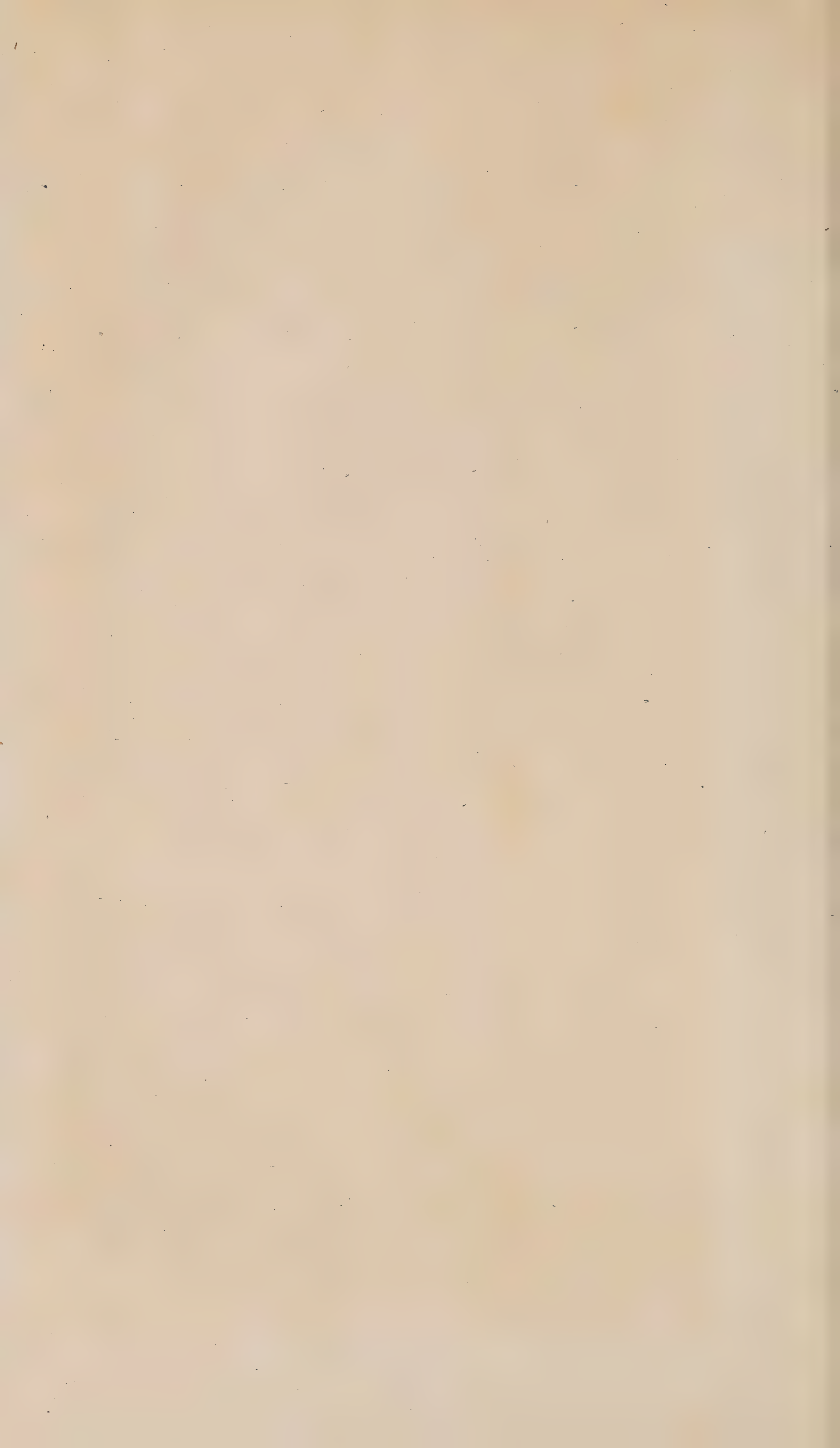
Wie die genannte Lösung für Muskeln sich eignet, so ist sie auch vortrefflich zur Darstellung anderer histologischer Elemente, z. B. der centralen Nervenfasernetze, welche die Ganglien des Gehirns mit einander verketten; worüber ich mich bei einer andern Gelegenheit auslassen werde.

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

Fig. 1.

Fig. 3.

Fig. 2.




h
h
g
g
f
e
e
d
d
c
b
a



Fig. 1.

Fig. 2.

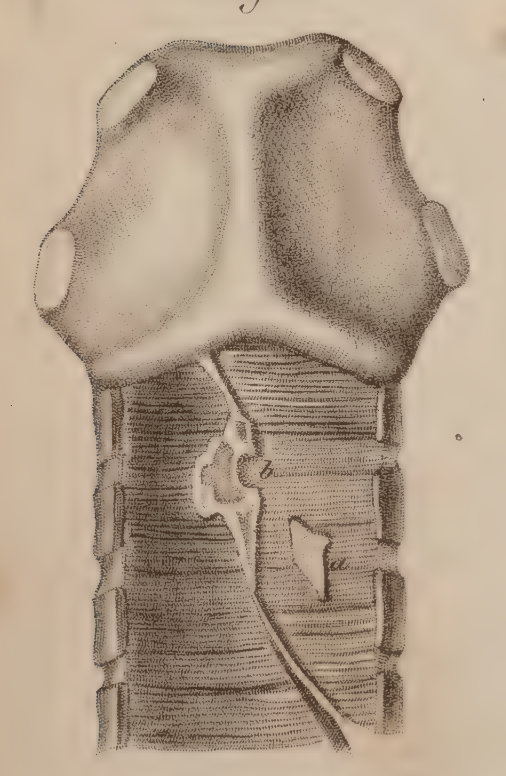
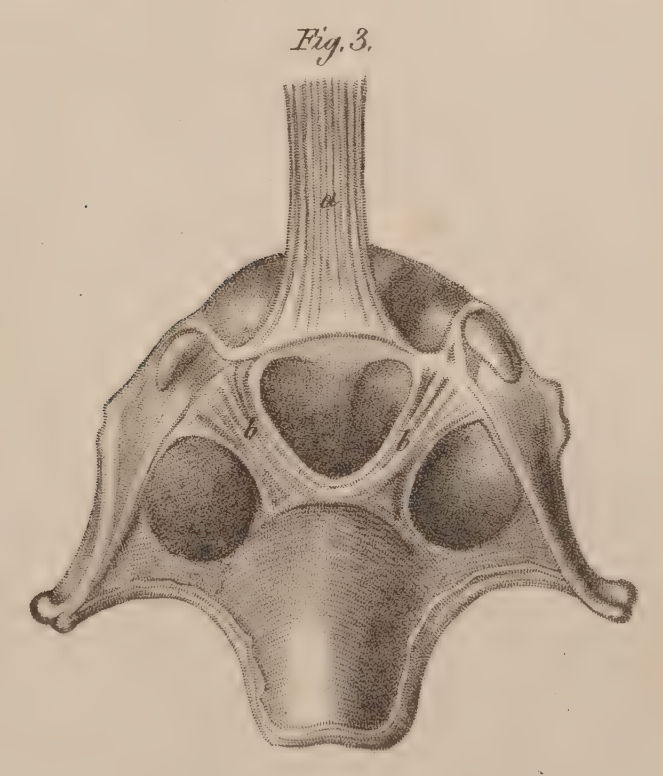
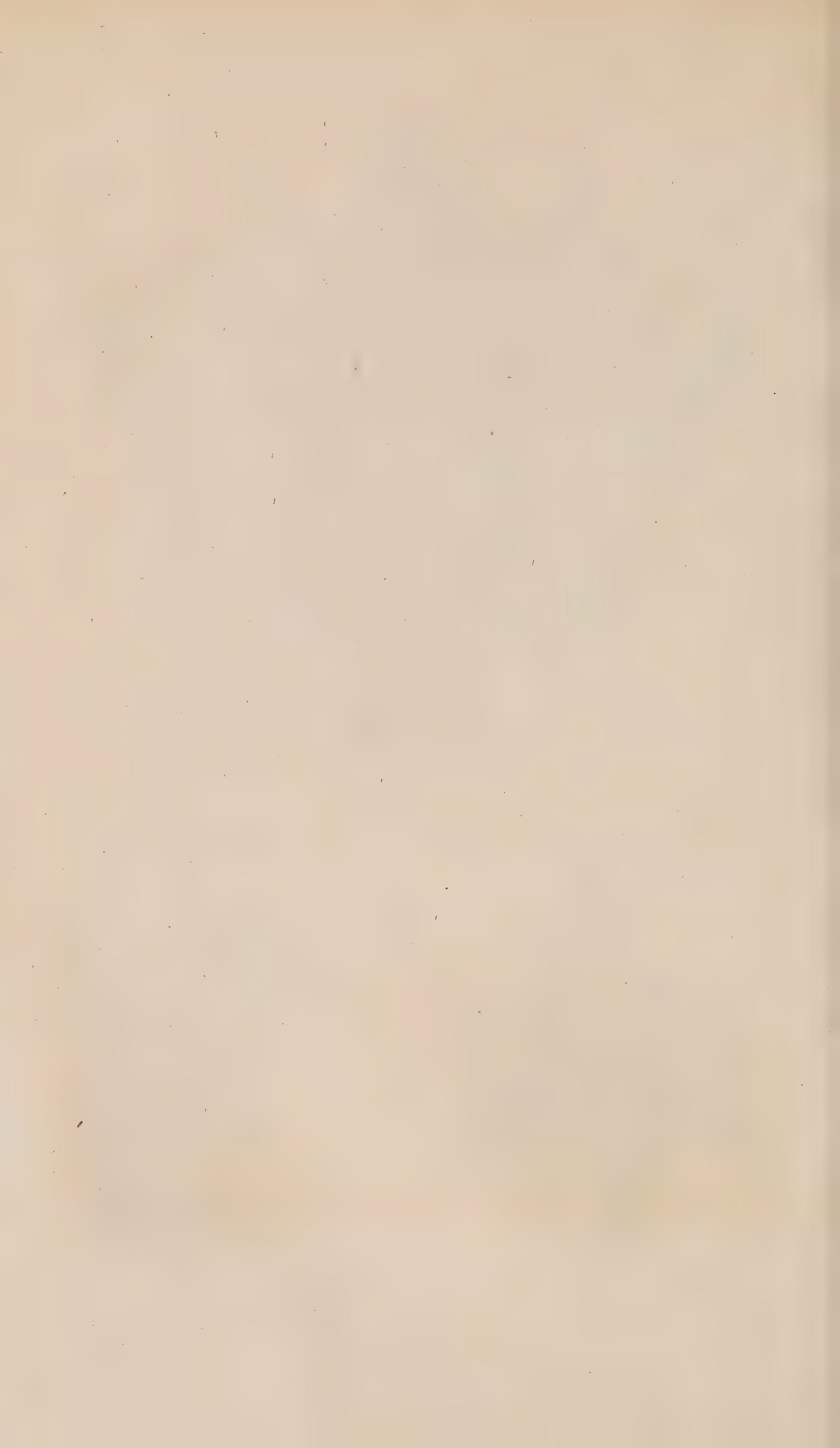
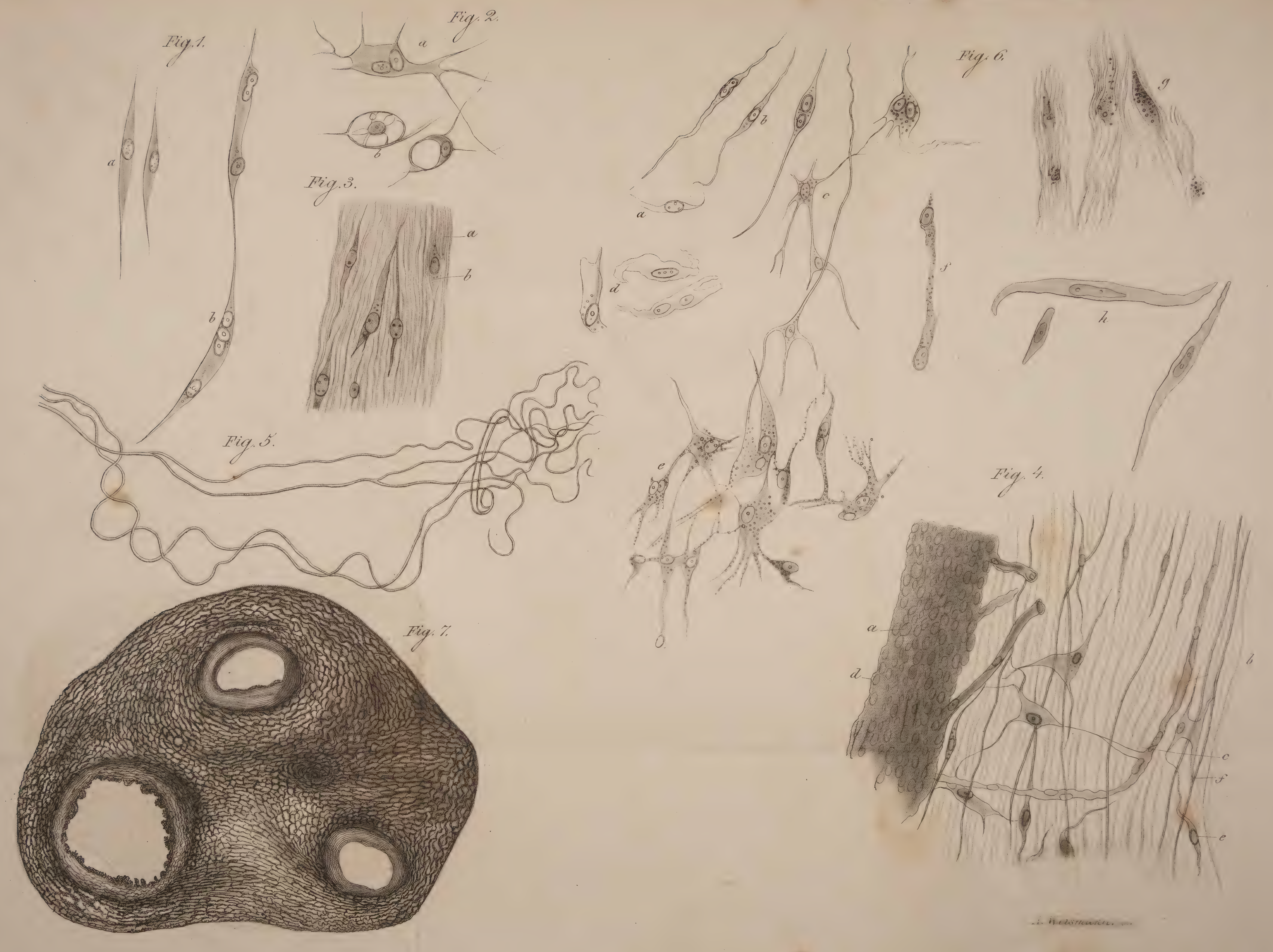


Fig. 3.

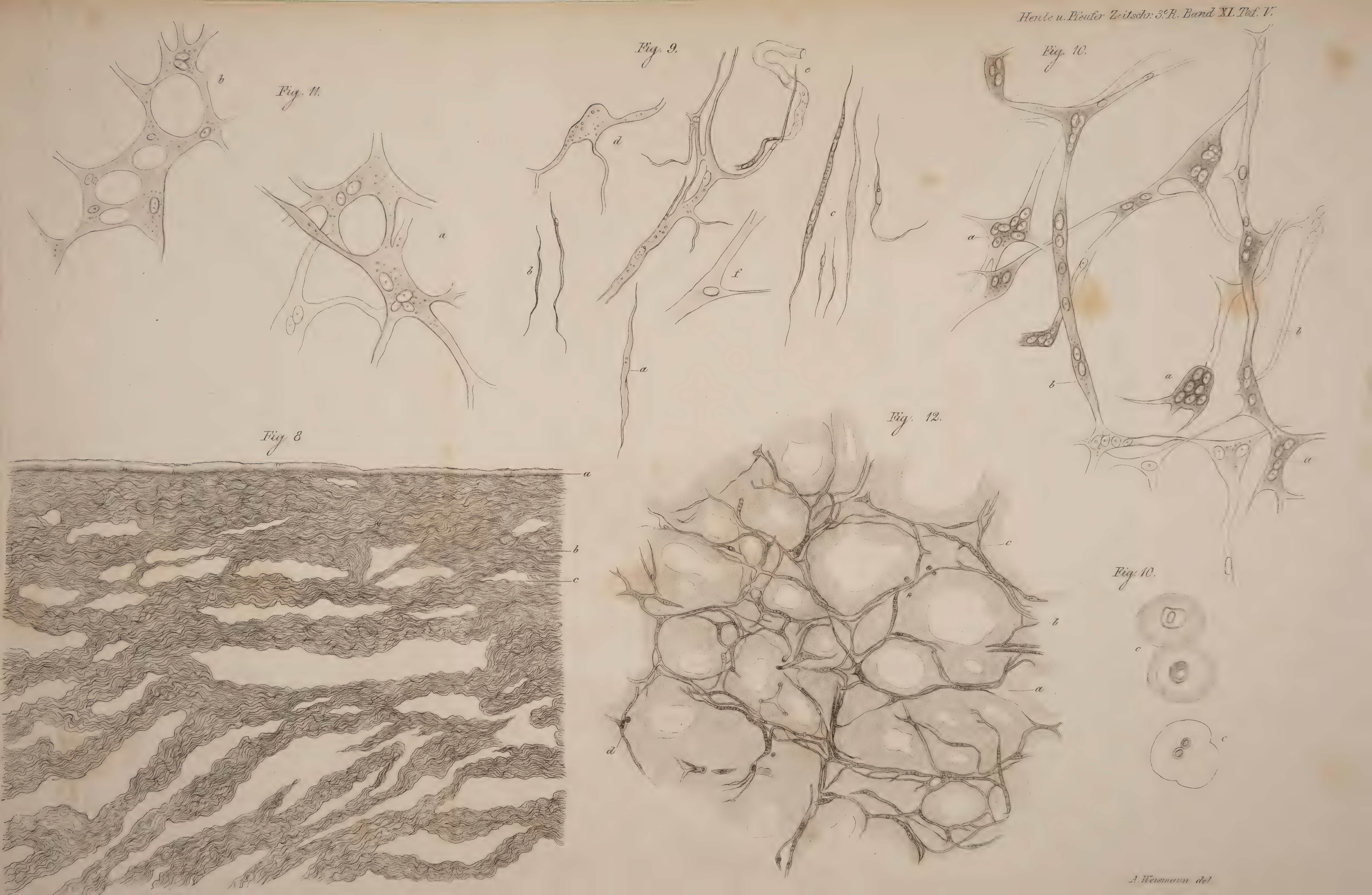


Nach der Natur gez. v. Jul. Fritz.

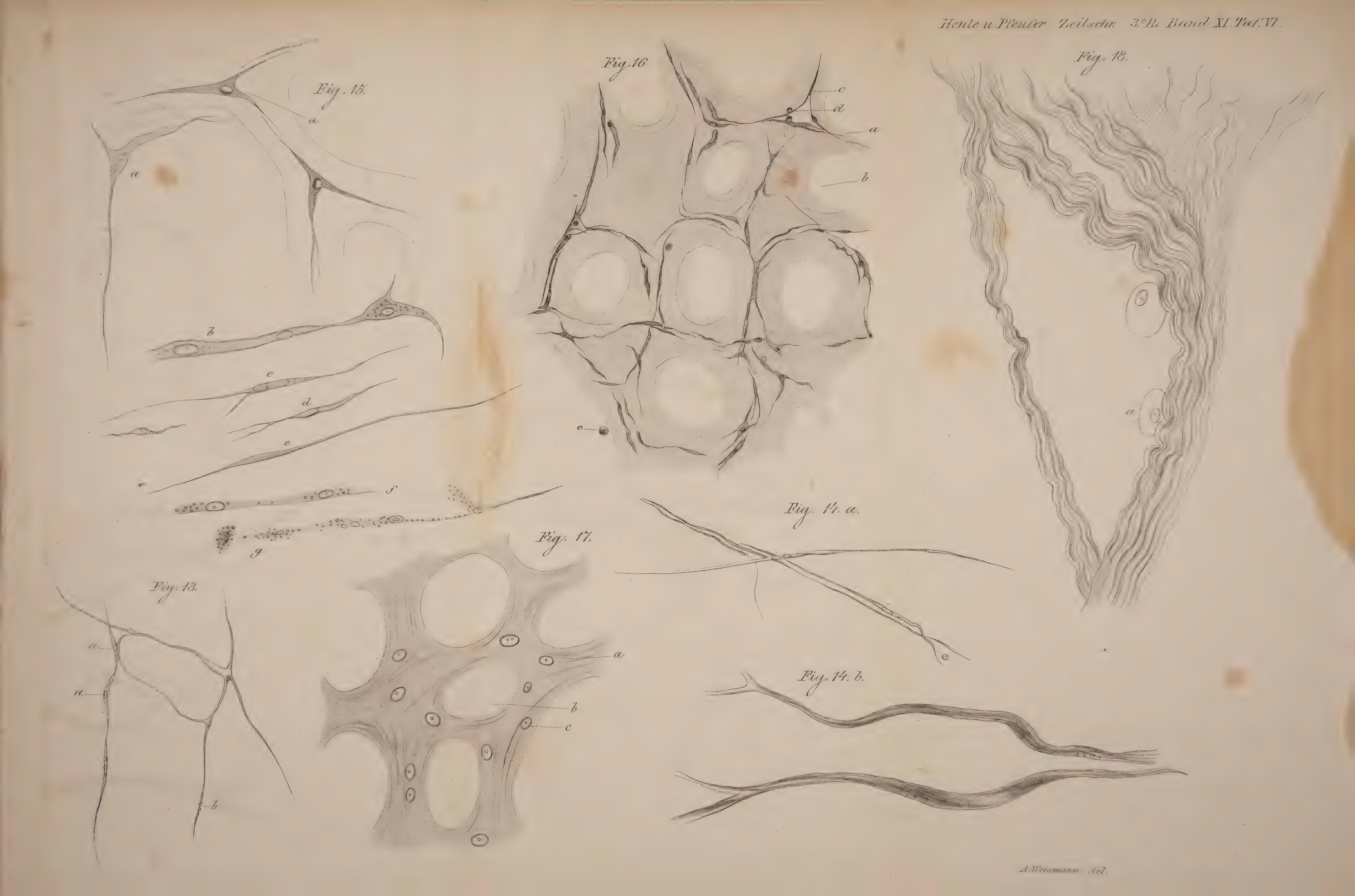


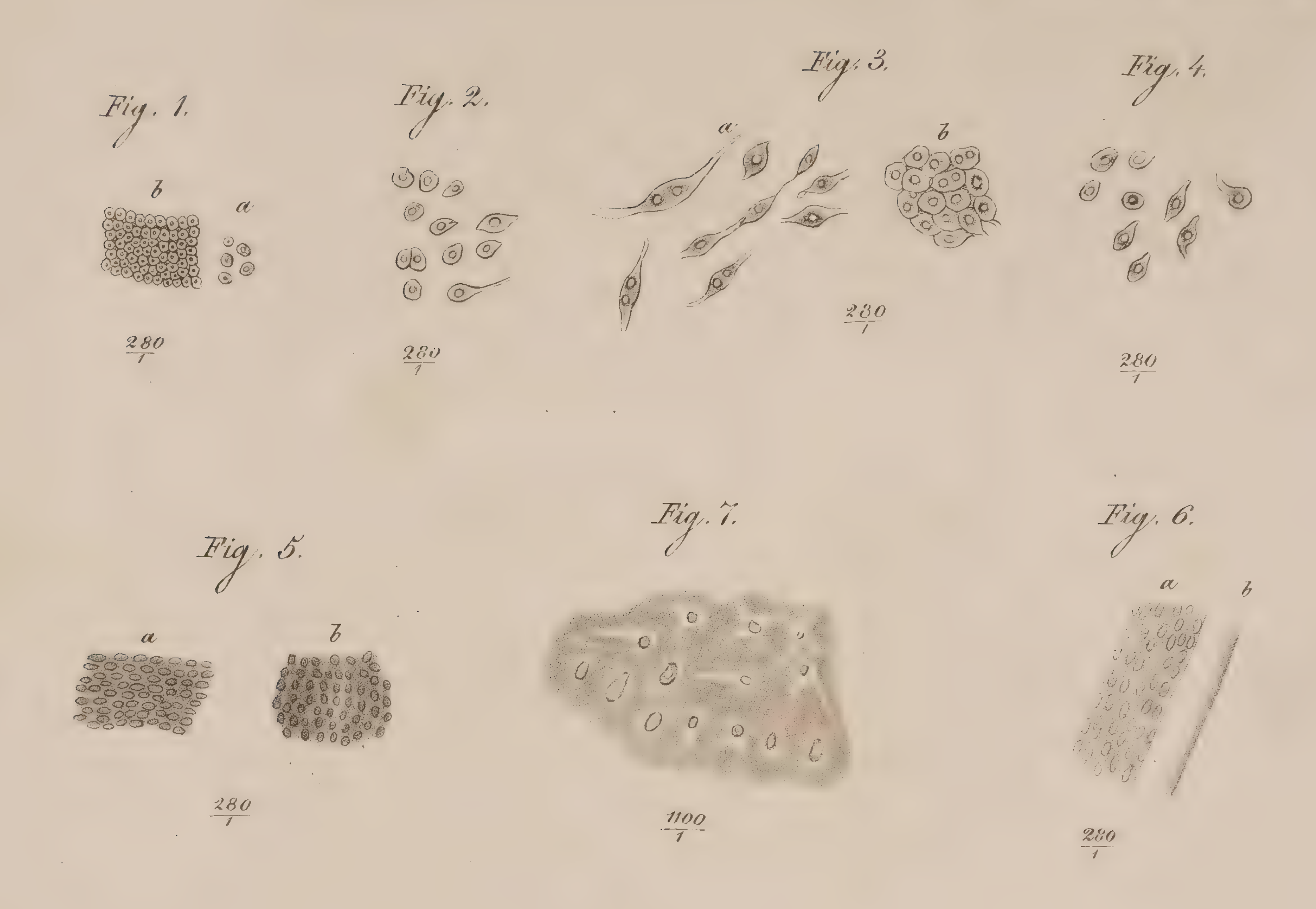

Fig. 1.
a
b
Fig. 2.
a
b
Fig. 3.
a
b
Fig. 4.
a
b
c
d
e
f
Fig. 5.
Fig. 6.
a
b
c
d
e
f
g
h
Fig. 7.



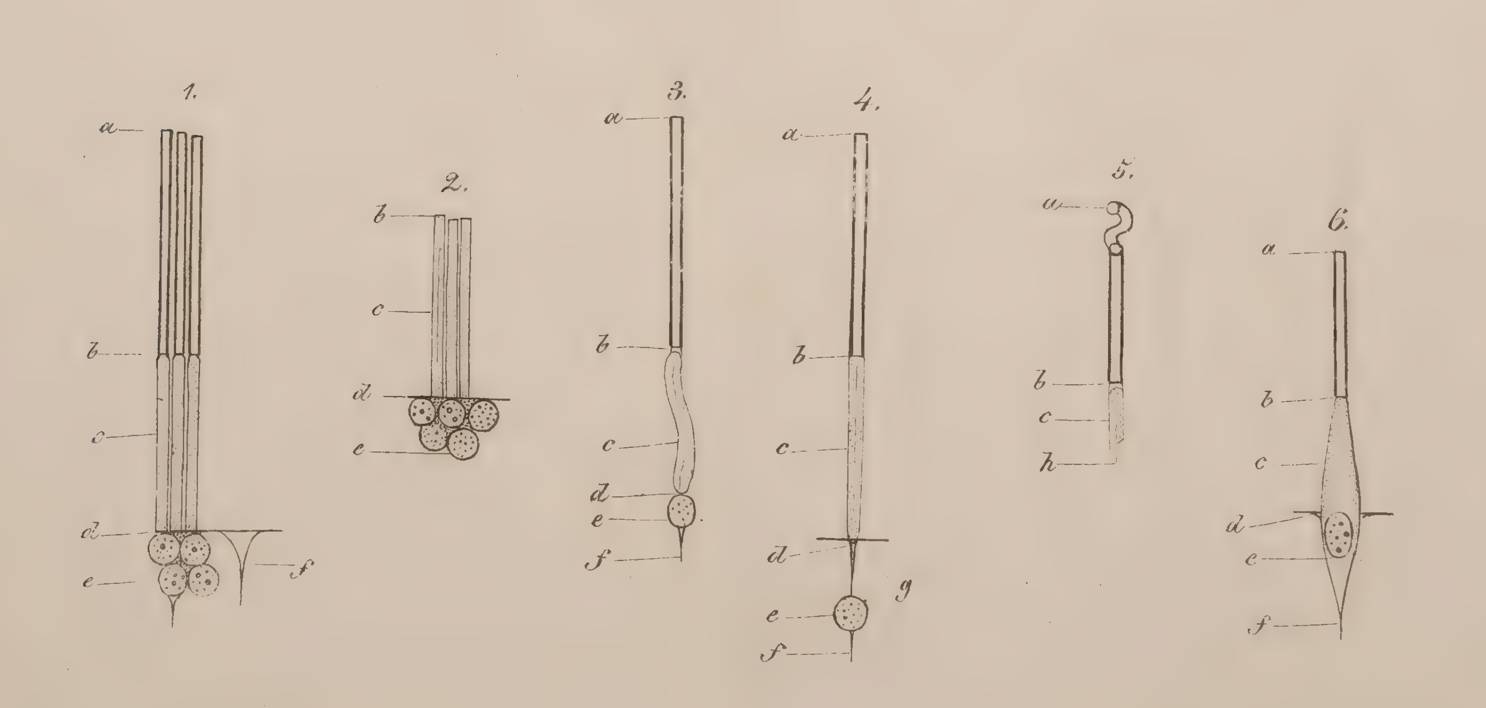

Fig. 11.
a
b
Fig. 9.
a
b
c
d
e
f
Fig. 10.
a
b
Fig. 8
a
b
c
Fig. 12.
a
b
c
d
Fig. 10.
c
A. Weismann del.




Fig. 15.
a
a
b
c
d
e
f
g
Fig. 16
c
d
a
b
e
Fig. 18.
a
Fig. 14. a.
Fig. 17.
a
b
c
Fig. 13.
a
a
b
Fig. 14. b.
A. Weismann del.


Fig. 1.
b
a
280/1
Fig. 2.
280/1
Fig. 3.
a
b
280/1
Fig. 4.
280/1
Fig. 5.
a
b
280/1
Fig. 7.
1100/1
Fig. 6.
a
b
280/1

Taf. VII. B.


1.
a
b
c
d
e
f
2.
b
c
d
e
3.
a
b
c
d
e
f
4.
a
b
c
d
g
e
f
5.
a
b
c
h
6.
a
b
c
d
e
f



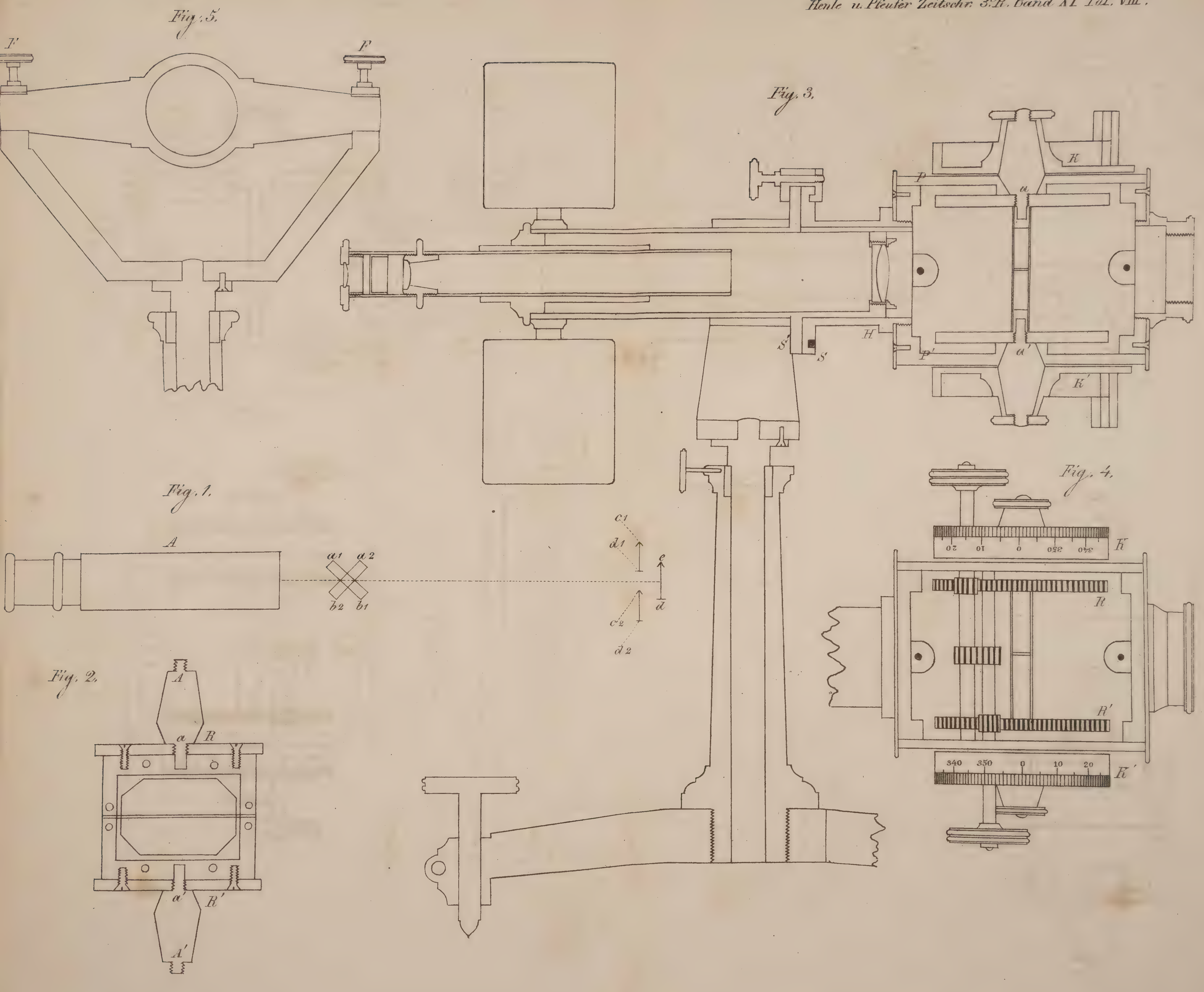


Fig. 5.
F
F
Fig. 3.
K
P
a
H
S
S'
P'
a'
K'
Fig. 4.
K
20 10 0 350 340
R
R'
340 350 0 10 20
K'
Fig. 1.
A
a1 a2
b2 b1
c1
d1
e
d
c2
d2
Fig. 2.
A
a
R
a'
R'
A'

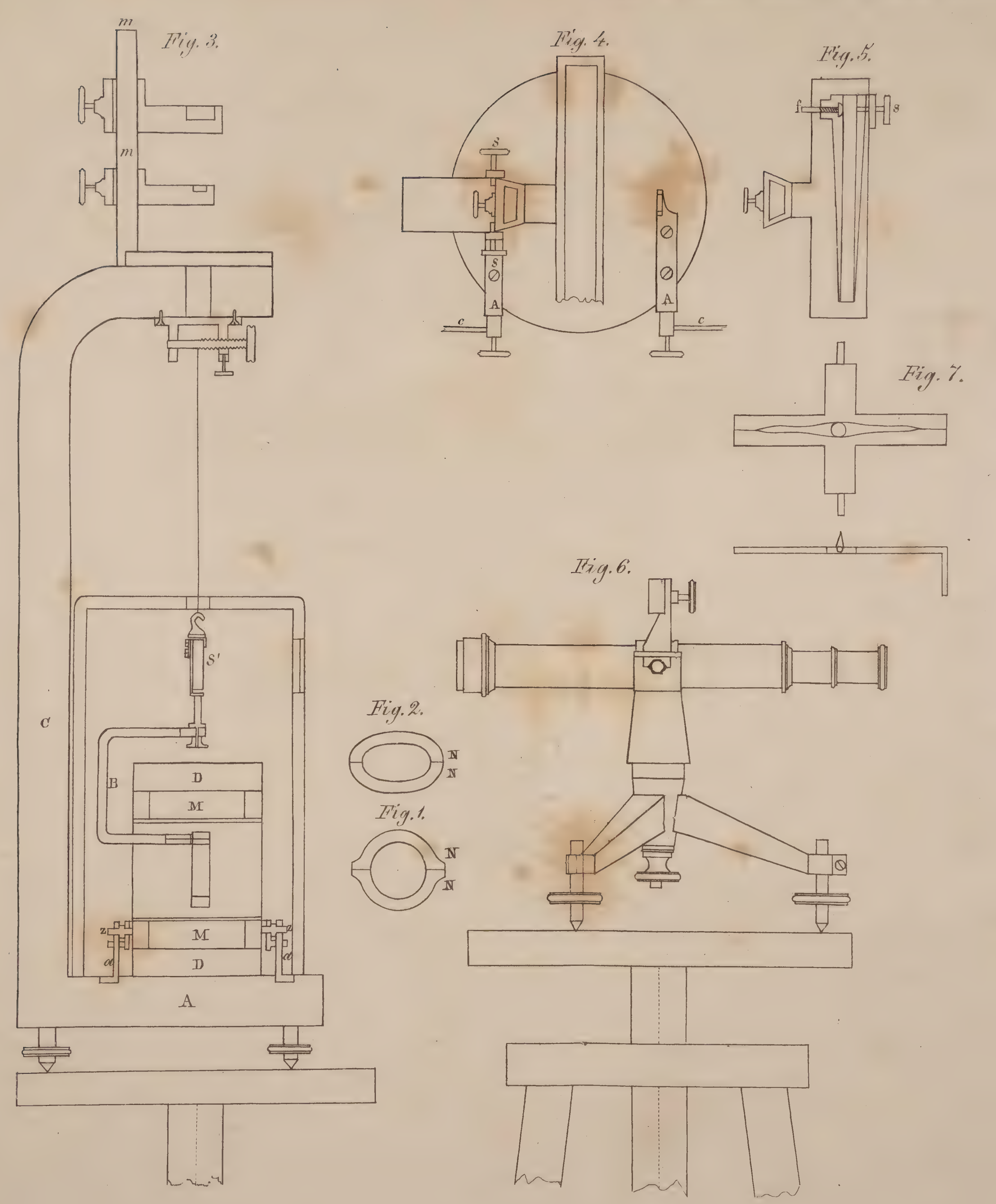


Fig. 3.
m
m
S'
C
B
D
M
M
D
z
a
a
A
Fig. 4.
S
S
A
A
c
c
Fig. 5.
f
s
Fig. 7.
Fig. 6.
Fig. 2.
N
N
Fig. 1.
N
N

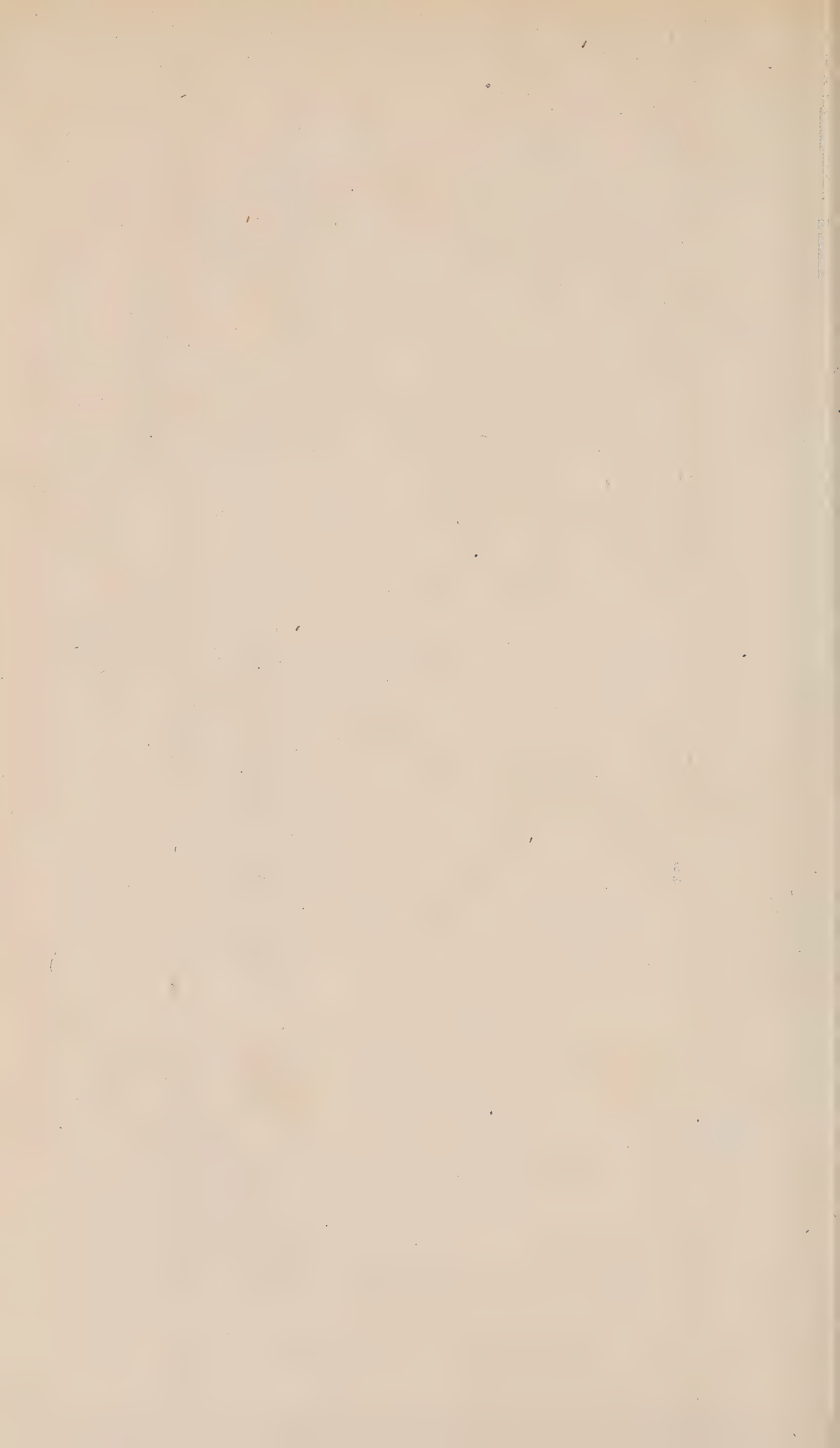
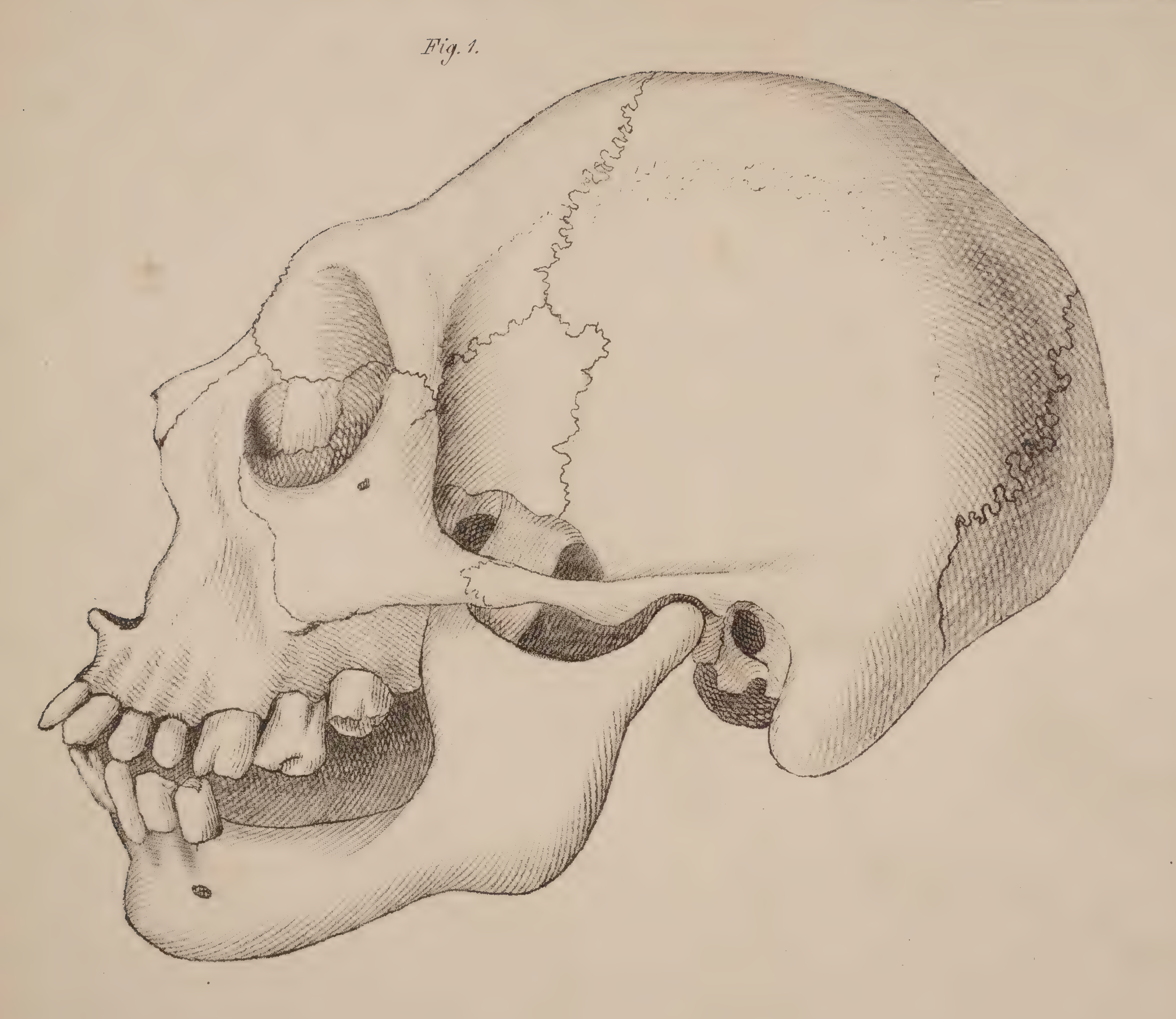


Fig. 1.



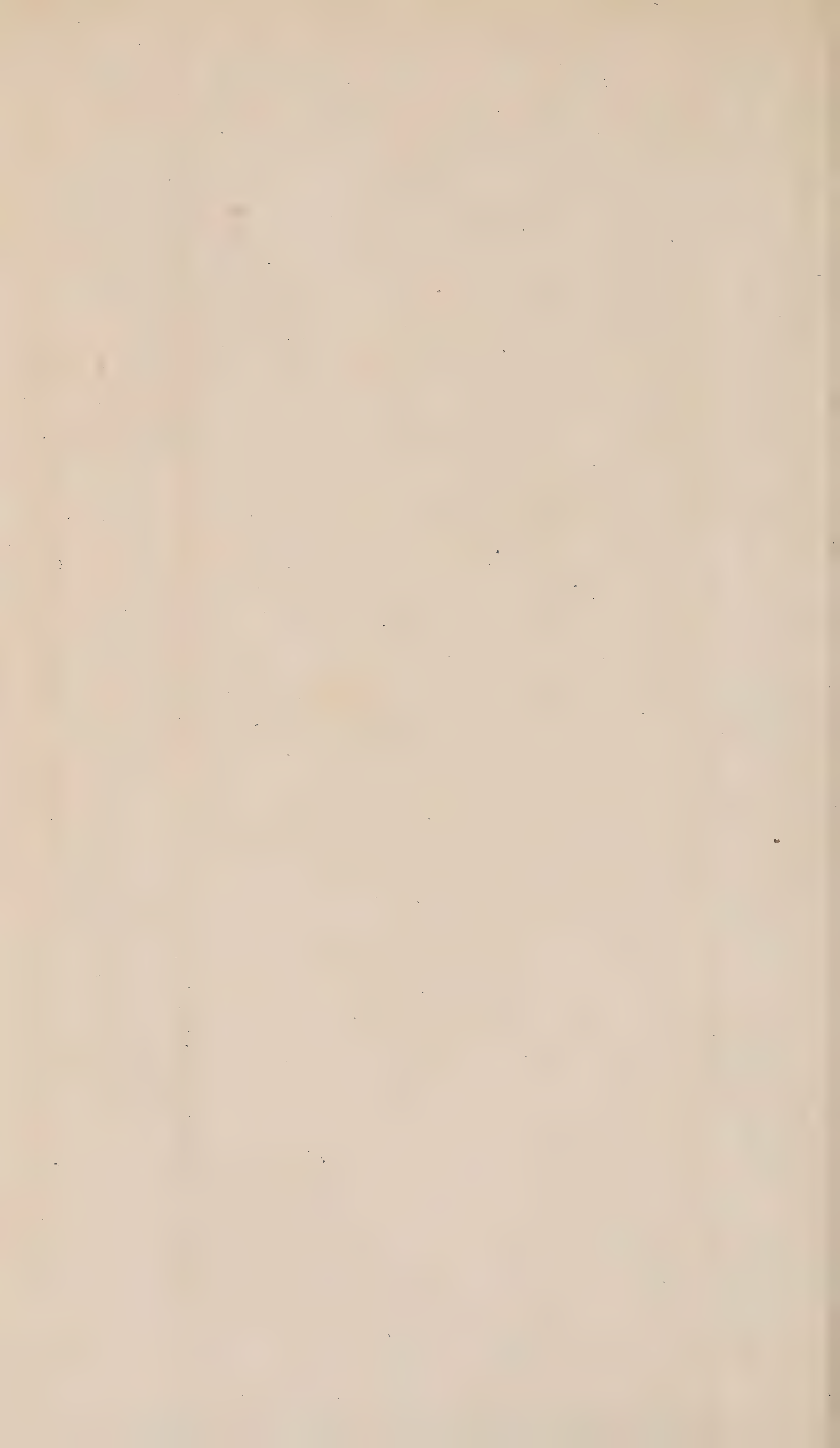


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

